

Высшее профессиональное образование

ЛЕСНАЯ ЭНТОМОЛОГИЯ

Учебник



Лесное
ХОЗЯЙСТВО

ЛЕСНАЯ ЭНТОМОЛОГИЯ

Учебник

*Рекомендовано
Учебно-методическим объединением по образованию
в области лесного дела в качестве учебника
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальностям «Лесное хозяйство»,
«Садово-парковое и ландшафтное строительство»
направления «Лесное хозяйство и ландшафтное
строительство» и направлению подготовки
бакалавров «Лесное дело»*



Москва
Издательский центр «Академия»
2010

УДК 595.7(075.8)
ББК 28.691.89я73
Л503

Авторы:

Е. Г. Мозолевская, А. В. Селиховкин, С. С. Ижевский, А. А. Захаров, М. А. Голосова,
Н. Б. Никитский

Рецензенты:

кафедра воспроизводства лесных ресурсов Сыктывкарского лесного института
(зав. кафедрой проф. *Е. В. Юркина*);
канд. биол. наук *В. К. Тузов*
(ФГУ Российский центр мониторинга и защиты леса)

Лесная энтомология: учебник для студ. высш. учеб. за-
Л503 ведений / Е. Г. Мозолевская, А. В. Селиховкин, С. С. Ижев-
ский и др. ; под ред. Е. Г. Мозолевской. — М. : Издательский
центр «Академия», 2010. — 416 с., [16] с. цв. вкл.
ISBN 978-5-7695-5997-6

В учебнике рассмотрены основы общей энтомологии, в том числе мор-
фология, анатомия, физиология, размножение и развитие, экология и сис-
тематика насекомых. Рассмотрены биология и экология вредителей плодов
и семян, корневых систем растений, растений в питомниках, в культурах и
молодняках, сосущих вредителей растений, минеров и галлообразователей,
хвое- и листогрызущих и стволовых насекомых и технических вредителей
древесины. Описаны методы защиты растений и системы мероприятий по
защите растений от вредителей в лесном хозяйстве и озеленении.

Для студентов учреждений высшего профессионального образования.

УДК 595.7(075.8)
ББК 28.691.89я73

*Оригинал-макет данного издания является собственностью Издательского
центра «Академия», и его воспроизведение любым способом без согласия
правообладателя запрещается*

© Коллектив авторов, 2010
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2010
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2010

ISBN 978-5-7695-5997-6

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цель изучения лесной энтомологии — ознакомление студентов, обучающихся по специальностям «Лесное хозяйство», «Садово-парковое и ландшафтное строительство», с главнейшими экологическими группами и видами вредителей лесных и декоративных растений, их ролью в лесах и в объектах озеленения и влиянием на состояние, устойчивость, средозащитные и санитарно-гигиенические свойства, на продуктивность и другие полезные функции лесных и городских насаждений, а также современными средствами, методами и технологиями защиты растений от вредителей.

В результате изучения дисциплины студент должен усвоить главные черты строения, основы систематики, биологические особенности, особенности поведения и экологию насекомых, получить представление о значении и месте насекомых в экосистемах и научиться заботиться о сохранении биологического разнообразия энтомофауны в лесах и городских экосистемах. Важно уметь распознавать главнейших вредителей растений по отдельным фазам развития и по наносимым повреждениям, знать об условиях, способствующих распространению и развитию их очагов. Молодому специалисту необходимо изучить методы учета численности вредителей и оценки их вредоносности, освоить методику обследования и диагностики очагов, современные методы и средства защиты растений от вредителей и научиться применять их на практике, планировать и проектировать мероприятия по защите растений от вредителей и обосновывать целесообразность их проведения в лесах и других объектах лесного хозяйства и озеленения.

Предшествующий настоящему учебник «Лесная энтомология» А. И. Воронцова неоднократно перерабатывался и дополнялся автором, выдержав 5 изданий. Он и сегодня не утратил своего значения для науки и практики.

Настоящий учебник отличается от изданных ранее как содержанием многих глав, так и обновленными в соответствии с современной систематикой, классификацией латинскими названиями отдельных таксонов, а также использованием при его написании новых публикаций и ведомственных методических и регламентирующих документов, отражающих современный уровень развития лесозащиты.

ВВЕДЕНИЕ

Учебник создан коллективом авторов, многие годы отдавших изучению лесных насекомых, специалистами двух ведущих лесных вузов: Московского государственного университета леса и Санкт-Петербургской лесотехнической академии, где сложились научные школы лесной энтомологии, а также ведущими специалистами ряда других научных учреждений, наиболее глубоко изучившими свои темы. Е. Г. Мозолевской написаны введение, главы 7 — 12, 14 — 17, 19, 20, 22, 23, 26 и 27, А. В. Селиховкиным — главы 1 — 6, С. С. Ижевским — глава 18 (подразделы 18.2 — 18.9), главы 21 и 25, А. А. Захаровым — подраздел 18.10, М. А. Голосовой — подразделы 18.12 и глава 24, Н. Б. Никитским — глава 13 и часть подраздела 18.1. Е. Г. Мозолевской выполнена также работа по формированию авторского коллектива и подготовлена общая редакция учебника. Научная и практическая деятельность большинства названных авторов во многом складывалась под влиянием А. И. Воронцова, а многие из них — его прямые ученики.

Дополнением к учебнику служит «Практикум по лесной энтомологии», авторы последнего издания которого — ученики А. И. Воронцова, специалисты созданной им кафедры экологии и защиты леса Московского государственного университета леса (Е. Г. Мозолевская, Н. К. Белова, Г. С. Лебедева, Т. В. Шарапа, 2004).

В учебнике использованы как оригинальные штриховые рисунки, так и взятые из различных изданий, а также цветные фотографии авторов и любезно предоставленные другими энтомологами: Т. В. Шарапа, А. Н. Шербаковым, Г. Н. Серым.

Авторы будут благодарны читателям за все замечания и пожелания по содержанию учебника.

Наука о насекомых — **энтомология** (от греч. *entoma* — насекомое, *logos* — наука, учение) — раздел зоологии, изучающий насекомых. Условно ее разделяют на общую и прикладную энтомологию.

Общая энтомология исследует строение и жизнедеятельность насекомых, их индивидуальное развитие и эволюцию, многообразие форм и систематику, поведение (этологию) и экологию (взаимоотношения с факторами среды), распределение на Земле во времени и пространстве, видовое разнообразие энтомофауны в отдельных географических зонах Земли и др.

Прикладная энтомология (сельскохозяйственная, лесная, медицинская, ветеринарная, музейная и др.) изучает насекомых, повреждающих сельскохозяйственные растения и запасы, лесные и декоративные растения, древесину на складах и в сооружениях, деревянные изделия, мед, воск, музейные коллекции, ткани и другие ценности; насекомых-паразитов и кровососов, переносчиков возбудителей инфекционных заболеваний человека, животных и растений; насекомых-энтомофагов, уничтожающих другие виды насекомых и беспозвоночных; опылителей растений; почвообразователей; деструкторов древесины и растительного опада, мертвых животных и экскрементов и др.

Энтомологов России объединяет Русское энтомологическое общество (РЭО), существующее с 1859 г., членами которого были и являются многие выдающиеся и начинающие ученые. Оно ведет большую и разнообразную деятельность, проводит периодические съезды, где обсуждаются многочисленные вопросы, проблемы и достижения, издает Труды РЭО, посвященные тем или иным актуальным направлениям энтомологии. Вопросы энтомологии обсуждаются в специальном журнале «Энтомологическое обозрение», они освещаются во многих других академических и ведомственных изданиях, сборниках трудов многих исследовательских организаций и вузов.

Первые научные исследования по анатомии и метаморфозу (превращению) насекомых были выполнены еще в XVII в. Выдающийся шведский естествоиспытатель К. Линней (1707 — 1778) в своей «Системе природы» отвел должное место и насекомым.

Предложенные им названия наиболее крупных отрядов сохранились до настоящего времени. Со времен Линнея началось развитие систематики, стали появляться работы по фауне и биологии насекомых. Ч. Дарвин (1809—1882), работая над «Происхождением видов», многие положения своего труда иллюстрировал примерами из области энтомологии.

Особенно быстро энтомология стала развиваться во второй половине XIX в. В это время наряду с описанием новых видов, изучением географического распространения насекомых и дальнейшим развитием теоретических знаний по морфологии, систематике и физиологии насекомых стали широко развиваться практические направления в энтомологии.

Лесная энтомология изучает образ жизни обитающих в лесах насекомых, их взаимосвязи с древесными породами и лесными насаждениями, причины массовых размножений, вредоносность, роль энтомофагов и болезней дендрофильных насекомых в динамике численности вредителей, средства и методы защиты растений от них.

Лесная энтомология — важная составляющая защиты леса от вредителей и болезней. Это область теоретических знаний, включающих научное обоснование и разработку комплекса правил, методов и технологий защиты лесов и других объектов лесного хозяйства и лесной продукции от вредителей и болезней, и сфера деятельности в лесной отрасли по их применению. Назначение лесозащиты — поддержание, сохранение, повышение экологического и ресурсного потенциала, биологического разнообразия лесов и обеспечение неистощительного лесопользования. Поэтому развитие лесной энтомологии шло параллельно с развитием лесозащиты.

Первые сообщения о повреждениях леса и деятельности лесничих по его защите от вредителей появились в России еще в начале XIX в. В 1845—1851 гг. вышло двухтомное руководство «О вредных насекомых», изданное Ученым комитетом Министерства государственных имуществ. Эта книга была первой сводкой по вредителям леса, если не считать кратких сведений, сообщаемых в курсе «Лесоохранение, или правила сбережения растущих лесов», читавшемся в Санкт-Петербургском практическом Лесном институте почти с момента его основания (1811). В 1882—1883 гг. появилось трехтомное сочинение Ф. Кеппена, в котором были обобщены сведения по вредителям лесов России. Самостоятельному развитию лесозащиты в России способствовало учение о лесе Г. Ф. Морозова. Его идеи убеждали в необходимости изучения вредных насекомых и болезней как неотъемлемой части лесных сообществ. Талантливая деятельность И. Я. Шевырева (1858—1923) и труды ряда выдающихся энтомологов, работавших в Бюро

по энтомологии Департамента земледелия России, способствовали возникновению эколого-хозяйственного направления в лесной энтомологии. Огромный вклад в развитие лесной энтомологии был сделан Н. А. Холодковским (1858—1921). В 1885 г. он начал читать курс лесной энтомологии в Санкт-Петербургском лесном институте, создал кафедру лесной зоологии и энтомологии и первый в России учебник лесной энтомологии. После закончившейся Гражданской войны в нашей стране одновременно с восстановлением и развитием лесного хозяйства происходило становление лесозащиты. В управлении лесами Наркомзема СССР были организованы временные лесопатологические экспедиции для изучения состояния лесов и их пораженности вредителями и болезнями, а в губернских лесных отделах и лесных трестах впервые были введены должности лесопатологов.

Следующий важный период развития лесозащиты начался с создания в Ленинграде Центрального научно-исследовательского института лесного хозяйства (1927), а в Москве — Института древесины, в которых были организованы секторы по защите леса. При Казанском институте сельского хозяйства и лесоводства открылся лесопатологический факультет, а в Ленинградском институте прикладной зоологии и фитопатологии — факультет по борьбе с лесными вредителями. В эти годы многочисленные энтомологические работы были выполнены специалистами кафедры энтомологии Ленинградского лесного института (ныне Санкт-Петербургская лесотехническая академия), Дарницкой лесной опытной станцией на Украине, а с 1930 г. — лесным сектором Всесоюзного института защиты растений (ВИЗР). Впоследствии этот институт со своей периферийной сетью филиалов, станций и опорных пунктов активно способствовал развитию исследований по лесной энтомологии.

В начале 1930-х гг., когда возросли площади лесных культур, повысилась значимость защиты создаваемых лесных насаждений. В это время при Главном управлении лесами Наркомзема СССР и в Союзлеспроме ВСНХ организуются отделы защиты леса. Одновременно расширяется сектор защиты леса во Всесоюзном институте агролесомелиорации и защиты растений (ВНИАЛМИ), начинают работать лаборатории на некоторых лесных опытных станциях и новые кафедры в лесных институтах в Брянске, Воронеже и в сельскохозяйственном институте в Киеве. В этот период издается первое Положение о защите лесов от вредителей и болезней.

Конец 20-х — начало 30-х гг. XX в. ознаменовались выходом в свет целой серии руководств по методам выявления и обследования очагов вредителей и болезней леса (В. Н. Старк, 1931; С. И. Ванин, 1931 и др.), определителей короедов (В. Н. Спесивцев,

1935; А. В. Яцентковский, 1930), определителя повреждений, наносимых насекомыми лесным породам (В. И. Гусев и М. Н. Римский-Корсаков, 1934). Появились сводки по главнейшим группам насекомых-дендрофагов (Н. И. Коротнев, 1926; Н. К. Старк, 1929; В. Н. Старк, 1931; Н. Н. Плавильщиков, 1932 и др.) и по результатам изучения состояния лесов (С. С. Прозоров, 1929; А. И. Стратонович и Е. П. Заборовский, 1931; П. А. Положенцев, 1931 и др.).

В 1938 г. коллективом кафедры лесной энтомологии Ленинградской лесотехнической академии под руководством М. Н. Римского-Корсакова был создан второй в России учебник по лесной энтомологии, где обобщен большой объем известных к этому времени данных по лесным насекомым и методам защиты леса от них, не утративший своего значения и сегодня.

В 1936 г. при вновь созданном Главном управлении лесоохраны при СНК СССР организуется специальная служба лесозащиты, которой предстояло на основе накопленных знаний и опыта создать свод правил, инструкций, руководящих указаний для практической деятельности в области защиты леса. Организатором лесозащиты в Главлесоохране был известный лесовод С. К. Флеров (1883—1962). Под его руководством в 1949 г. коллективом авторов был создан первый в СССР учебник для техникумов «Лесозащита», значительная часть которого была посвящена лесным насекомым.

В послевоенные годы резко возросли объемы лесокультурных работ, в том числе полезащитного лесоразведения, что способствовало развитию исследований видового состава и биологии вредителей древесных растений в степных и лесостепных регионах и изысканиям более совершенных методов защиты от них. В этот период активно развиваются химический, в том числе авиационный, методы защиты леса. В 1948 г. А. И. Ильинский опубликовал ценный для практиков лесного хозяйства определитель яйцекладок, личинок и куколок вредителей леса, а в 1952 г. в серии академических монографий «Фауна СССР» вышла в свет книга В. Н. Старка «Короеды».

В начале и середине 50 гг. XX в. началось широкомасштабное лесопатологическое обследование лесов Сибири и Дальнего Востока, активизировалось изучение биологии сибирского коконопряда, последствий его массового размножения, в связи с чем совершенствовались методы защиты лесов от него. В конце 50-х гг. XX в. в связи с грандиозной вспышкой размножения непарного шелкопряда в центральных районах европейской части России, Восточной Сибири и других регионах страны были приняты решения по дальнейшему улучшению и развитию лесозащиты. В 1955 г. учеными Зоологического института АН СССР был издан двухтомный справочник «Вредители леса», содержащий свод-

ку данных по огромному числу видов самых разных систематических групп дендрофильных насекомых.

В начале 60-х гг. XX в. большое влияние на развитие лесной энтомологии и лесозащиты оказали монографии А. И. Воронцова «Биологические основы защиты леса» (1960, 1961) и его же учебник «Лесная энтомология» (1963), где были подведены итоги отечественных и мировых исследований по лесной энтомологии и лесозащите за более чем полувековой период.

Значительный объем разнообразных исследований по защите леса, координируемых Всесоюзным (ныне Всероссийским) научно-исследовательским институтом лесоводства и механизации лесного хозяйства (ВНИИЛМ), вели все НИИ лесного хозяйства. Так, первые и два последующих наставления по надзору и прогнозу массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых были разработаны А. И. Ильинским и его учениками (1952, 1955 и 1965), что сыграло большую роль в выявлении очагов этой группы вредителей и организации защитных мероприятий против них. Исследования специалистов ВНИИЛМа были всегда ориентированы на решение многих прикладных задач: разработку методов надзора и прогноза в очагах вредителей леса и технологии защиты леса от главнейших вредителей и болезней, в том числе совершенствование и внедрение химических и биологических методов защиты леса, феромонного мониторинга, системы санитарно-оздоровительных мероприятий в лесах, методов лесопатологического мониторинга и лесопатологического районирования территории России.

В создание современной базы знаний по защите леса и лесной энтомологии большой вклад внесли ученые многих научных центров и организаций, вузов и опытных станций России и республик бывшего СССР таких научно-исследовательских институтов лесного хозяйства, как БелНИИЛХ, ЛитНИИЛХ, КазНИИЛХ, УкрНИИЛХ, СредАзНИИЛХ, ЭстНИИЛХОП, и их опытных станций. Их силами разработано и внедрено в производство много эффективных методов и систем защиты леса, испытаны средства защиты леса и способы истребления многих видов вредных организмов. Большой объем интересных исследований в горных лесах Кавказа выполнен коллективами отдела защиты леса Грузинского института горного лесоводства, учеными Армении и Азербайджана. Они разработали системы защиты этих лесов от насекомых. Центром многих исследований по биологическому методу защиты леса от вредителей был Белорусский НИИЛХ, где разрабатывалась технология применения бактериальных препаратов и энтомофагов для биологической защиты леса.

Крупным центром изучения лесных насекомых был и остается Институт леса и древесины Сибирского отделения Российской академии наук (СО РАН), где велись и ведутся широкие биогео-

ценологические исследования взаимоотношений вредителей с их кормовыми породами, динамики численности важнейших вредителей таежных лесов и их энтомофагов с применением математического анализа, разрабатываются дистанционные методы наблюдения за состоянием лесов, совершенствуются методы феромонного мониторинга. Учеными Новосибирска были внедрены в производство новые биологические методы и средства защиты леса и усовершенствованы аэрозольные способы химической борьбы с хвое- и листогрызущими насекомыми в их очагах. Ученые Красноярска и Иркутска достигли больших успехов в изучении устойчивости и особенностей реакции деревьев и насаждений на повреждения насекомых. Важные исследования фауны и экологии лесных насекомых ведутся в научных центрах РАН Республики Коми и Уральском, в Зоологическом институте РАН (Санкт-Петербург). В ряде академических учреждений Москвы (Институте лесоведения, Институте проблем экологии и эволюции) исследуют важные для развития лесозащиты экологию и биологию насекомых, изучают закономерности динамики численности фитофагов и энтомофагов, устойчивость древесных пород к повреждениям и факторы, ее определяющие, разрабатывают методы прогноза развития очагов дендрофильных насекомых. Многие теоретические и прикладные вопросы защиты леса изучают в системе научных учреждений Российской академии сельского хозяйства (ВНИАЛМИ, ВНИИХСЗР, ВИЗР). Ряд важных исследований в области лесной энтомологии выполняется специалистами лесных вузов — Московского государственного университета леса, Санкт-Петербургской и Воронежской государственных лесотехнических академий, Брянского и Сибирского технологических институтов и др.

В течение нескольких последних десятилетий действуют специальные международные программы и международные объединения, важное направление работы которых — разработка методов защиты леса от вредителей (например, Международная организация по биологической борьбе с вредными животными и растениями). Вопросы защиты леса от вредителей периодически обсуждаются на всероссийских и международных энтомологических съездах, конференциях и конгрессах по защите растений.

ЧАСТЬ I

ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ЭНТОМОЛОГИИ

Глава 1

Место насекомых в системе животного мира и их значение

Насекомые — одна из самых древних, многочисленных и разнообразных групп животных на Земле. Они составляют самый большой класс животного царства — более миллиона видов, распространены повсюду и играют огромную роль в биологическом круговороте веществ, образовании почвы и опылении растений. Виды растительноядных насекомых составляют основную и наиболее значимую часть вредителей леса, а многие виды хищных и паразитических насекомых относятся к группе естественных врагов вредителей леса — энтомофагов. Насекомые обладают зрением, обонянием, вкусом, органами осязания, а некоторые из них — органами звука и слуха, у них особенно высоко развито обоняние, с помощью которого они способны улавливать запахи пищи и полового партнера, сообщать друг другу об опасности и местонахождении корма, о пригодности мест поселения и пр.

Чрезвычайно разнообразны внешний облик насекомых, форма тела, его величина, рисунок и окраска крыльев, твердость покровов. Исключительно многообразно строение тела насекомых и его отдельных частей, в том числе ног, крыльев и ротовых аппаратов. Есть бескрылые насекомые, не имеющие крыльев с рождения или утратившие их в процессе жизненного цикла. Ротовой аппарат разных групп насекомых отличается по особенностям строения и функциям: различают грызущий, сосущий, колюще-сосущий, режущий, лижущий.

Насекомые проходят сложный *цикл развития и превращения*, включающий три или четыре фазы. Первый тип развития с тремя фазами (яйцо, личинка и взрослое насекомое — имаго) называется *неполным*. Личинки насекомых с неполным циклом развития, как правило, похожи на своих родителей и повторяют форму их тела и тип питания, отличаясь лишь размерами и некоторыми особенностями строения (например, кузнечики, клопы, тли

и др.). Второй тип развития с четырьмя фазами (яйцо, личинка, куколка и взрослое насекомое или имаго) называется *полным*. Личинки насекомых с полным циклом развития совершенно непохожи на взрослых насекомых и, как правило, ведут иной образ жизни иногда даже в иной среде обитания (например, личинки жуков, пчел и муравьев, гусеницы бабочек и др.).

Разнообразны трофические группы насекомых. *Растительноядные* насекомые (например, короеды, саранча, гусеницы бабочек и др.) питаются тканями живых растений. *Плотоядные* (жулици, личинки многих мух и наездников и др.) питаются насекомыми и другими беспозвоночными. *Сапрофаги* (жуки-рогачи, мухи-древесницы, жуки и личинки мертвоедов и др.) используют в пищу ткани мертвых растений и животных. *Копрофаги* (жуки и личинки навозников) перерабатывают в перегной экскременты животных. *Нектарососы и пыльцееды* (бабочки, многие жуки, осы и пчелы) питаются нектаром и пыльцой цветков; *кровососы* (самки комаров, слепни) — кровью теплокровных животных и человека.

Понятия «вредные» и «полезные» насекомые относительны, так как в природе присутствуют и необходимы насекомые всех трофических групп, занимающие ту или иную экологическую нишу и участвующие в разнообразных потоках вещества и энергии в экосистемах. Другое дело, что ряд из них способен наносить ущерб человеку. Пример таких насекомых в лесу — вредители леса и кровососущие насекомые, выполняющие роль переносчиков опасных заболеваний человека и животных. При этом как одно из звеньев в общей цепи питания они одновременно служат пищей насекомым-энтомофагам, амфибиям и рептилиям, в огромном количестве их поедают птицы, мелкие млекопитающие — землеройки, ежи, летучие мыши и др. Хорошо известна полезная роль насекомых — потребителей пыльцы и нектара, многочисленных представителей отрядов перепончатокрылых, чешуекрылых, двукрылых. Она заключается в переносе пыльцы и участии в перекрестном опылении растений. В лесу особо важными экологическими группами насекомых являются *насекомые энтомофаги*, регулирующие уровень численности вредителей леса и используемые человеком как агенты его биологической защиты, и *насекомые сапрофаги, деструктуры лесного опада и опада*.

В царстве животных тип членистоногие по сравнению со всеми прочими типами живых организмов обладает огромным биологическим разнообразием.

Членистоногие произошли от червеобразного предка, близкого по строению к кольчатым червям. Тело этого предка состояло из одинаковых сегментов, каждый из которых представлял собой

замкнутое кольцо. Ротовое отверстие было расположено на брюшной стороне, между головой и первым сегментом тела. В процессе эволюции на брюшной стороне каждого сегмента образовалась пара конечностей. Затем происходило сближение и слияние сегментов. Образовавшиеся отделы тела специализировались. Конечности слившихся сегментов начали выполнять совершенно иные функции. Этот процесс называется олигомеризацией. В конечном счете животные, входящие в этот тип, приобрели членистое строение ног, прочный покров тела и внутренние выросты, служащие для прикрепления мышц, сложный ротовой аппарат, состоящий из большого числа члеников.

Тип членистоногие (Arthropoda) подразделяется на несколько подтипов, различающихся по строению дыхательной системы и ротового аппарата. Выделяют 3 подтипа: жабродышащие (класс ракообразные), хелицеровые (классы меростомовые и хелицеровые) и трахейнодышащие (классы многоножки и насекомые). Часто выделяют большее количество классов. Некоторые авторы ракообразных, многоножек и насекомых объединяют в подтип челюстные (Mandibulata).

Число конечностей, антенн, наличие крыльев, тип дыхательной системы, строение глаз, деление тела на отделы — основные признаки классов.

Насекомые обладают наибольшим видовым разнообразием. Число описанных видов оценивается в 940 тыс., однако общее число видов по самым скромным оценкам превышает 1,5 млн. Общее число видов только четырех отрядов насекомых, бабочек, жуков, перепончатокрылых и двукрылых, превышает общее число видов всех остальных животных, включая представителей других отрядов насекомых. В связи с этим некоторые ученые выделяют насекомых в отдельный тип Hexapoda, а к классу насекомые относят только крылатых.

Насекомые населяют почти все уголки земного шара, континенты и среды. Они встречаются в лесах, пустынях, озерах, океане, в Арктике и Антарктиде, их можно обнаружить на высоте до 8 тыс. м. Некоторые виды за короткое время могут накапливать колоссальную биомассу, полностью уничтожая растительность на огромных территориях (саранча, сибирский шелкопряд, непарный шелкопряд). Широко известно морфологическое разнообразие насекомых. Их размеры варьируют от долей миллиметра (некоторые двукрылые и перепончатокрылые) до десятков сантиметров (тропические бабочки и жуки). Огромно разнообразие форм, окрасок, способов питания. Насекомые играют важнейшую роль в большинстве экологических процессов, происходящих в биосфере Земли, ускоряя биологические процессы. В лесных экосистемах насекомые потребляют все части растений, питаются мерт-

вой древесины и растительным опадом, многие виды являются паразитами и хищниками. Насекомые часто становятся симбионтами многих организмов, как опылители они служат неотъемлемым звеном в размножении некоторых цветковых растений (около 90 % всех цветковых растений опыляется насекомыми).

Крылья, способность к полету дают насекомым неоспоримые преимущества перед всеми другими беспозвоночными. Неизмеримо возросли возможности распространения, смены мест обитания, поиска пищи, размножения, защиты от врагов. Например, только животные, способные летать, могли адаптироваться к питанию на падали, потому что в течение короткого времени необходимо было покрывать большие расстояния в поисках трупов погибших животных.

Небольшие размеры насекомых позволили им использовать новые виды пищи. Например, у многих минирующих, галлообразующих насекомых, карпофагов, короедов жизненный цикл, за исключением спаривания, проходит в минимальном, иногда не превышающем нескольких миллиметров, пространстве. При этом насекомые получают дополнительную защиту от хищников и неблагоприятных условий среды.

Жизненный цикл большинства насекомых состоит из четырех стадий — яйцо, личинка, куколка, имаго. На каждой стадии решаются разные жизненные задачи, а это значит, что каждая стадия может наилучшим образом приспособиться к своему местообитанию. Полный метаморфоз открыл доступ к огромному числу местообитаний и видов пищи.

Чрезвычайно велико хозяйственное значение насекомых. Человек сталкивается с насекомыми на каждом шагу. С одной стороны, они являются вредителями сельскохозяйственных растений и леса, портят самые разнообразные естественные и искусственные материалы, распространяют разнообразные болезни, сожительствуют с человеком (даже в современных городских квартирах можно обнаружить 123 вида насекомых, жизненный цикл которых не выходит за пределы дома). С другой стороны, насекомые — необходимый элемент экосистем, опылители целого ряда сельскохозяйственных культур, многих насекомых используют в борьбе с вредителями, для производства меда (пчелы) и шелка (тутовый шелкопряд). Плодовые мушки семейства *Drosophilidae* навсегда вошли в историю как важнейший объект экспериментальной генетики. Несмотря на принятые конвенции, некоторые виды насекомых не потеряли своего значения как носители инфекций, использующихся как биологическое оружие.

Наружный покров тела и конечностей насекомых (*экзоскелет*) весьма прочен. Его подвижность достигается подразделением на сегменты, или членики. Сегменты объединены в 3 отдела — голову, грудь и брюшко. Грудь включает 3 сегмента, брюшко — не более 11 (рис. 1). Твердые и склеротизированные части тела называются склеритами.

Скелетной основой сегмента является кутикулярное кольцо (рис. 2). Серия таких колец образует скелет груди и брюшка. Каждое кольцо подразделяется на четыре склерита — спинной (тергит), брюшной (стернит) и два первоначально мягких боковых плеурита. Плеуриты — это производная часть примитивной ноги.

Голова представляет собой капсулу со склеротизированной верхней частью, содержащей мозг и несущей глаза, глазки, ротовые органы и антенны. Выделяют два типа постановки головы: гипогнатический — ротовыми частями вниз, и прогнатический — ротовыми частями вперед. Первый тип характерен для растительоядных насекомых (прямокрылые, жуки, клопы) или питающихся органическими остатками (тараканы, сеноеды). Прогнатическую голову имеют хищники (жужелицы) и не некоторые растительоядные насекомые (медведка). У некоторых циклоповых, медяниц, тлей, трипсов и других ротовые части направлены назад и приближены к передним ногам. Такая постановка головы называется опистогнатической.

Исходный тип **ротового аппарата** — *грызущий*, или ортоптероидный, принадлежащий многим жукам, гусеницам, прямокрылым. Он содержит наиболее полный набор ротовых частей и включает мандибулы (верхние челюсти), максиллы (нижние челюсти), верхнюю и нижнюю губы. Нижняя губа и максиллы несут щупики. Мандибулы двигаются как две половинки шипцов, откусывая частицы пищи. У хищников они вооружены острыми вытянутыми зубцами. Верхняя губа, являющаяся непарной складкой кожи, прикрывает сверху ротовые органы. Мандибулы, максиллы и губы образуют предротовую полость.

Грызущий ротовой аппарат имеет множество модификаций. Так, например, *лизущий* ротовой аппарат пчелиных, приспособ-

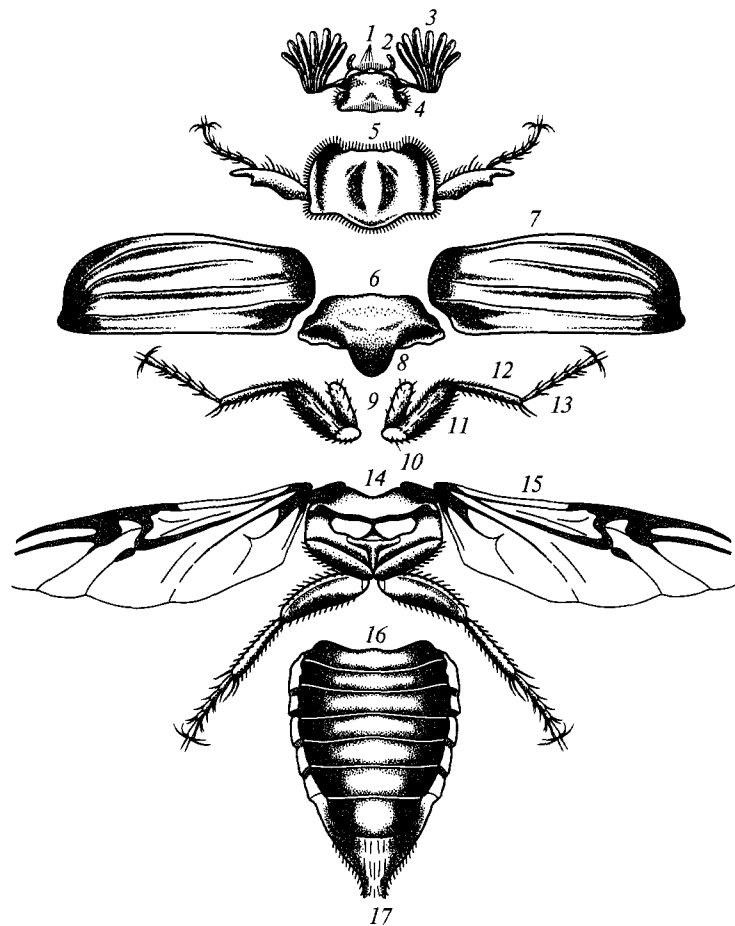


Рис. 1. Расчлененный майский жук:

1 — голова; 2 — нижнечелюстной щупик; 3 — антенны; 4 — глаза; 5 — переднеспинка; 6 — среднеспинка; 7 — надкрылья; 8 — щиток; 9 — тазик; 10 — вертлуг; 11 — бедро; 12 — голень; 13 — лапка; 14 — заднеспинка; 15 — крыло; 16 — брюшко; 17 — пигидий

ленный для высасывания нектара, представляет собой сильно видоизмененный грызущий ротовой аппарат. Максиллы совместно с нижней губой превращены в хоботок. Максиллярные щупики почти исчезли, а губные сильно удлинены. Нижняя губа видоизменилась. В ее составе образовался непарный язычок. Мандибулы утратили грызущую функцию, зато приобрели новую, связанную с постройкой сотов и уходом за ними. Они утратили зубчатость и приобрели лопаточкообразный вид.

У чешуекрылых изменения зашли гораздо дальше и привели к образованию *сосущего* ротового аппарата. Мандибулы у бабочек, как правило, полностью утрачены. Максиллы превратились в длинные полутрубки, которые вместе образуют хоботок, в покое спирально закручивающийся. Максиллярные щупики исчезли, а губные сильно развиты. Нижняя губа редуцирована. По сути дела от всего грызущего ротового аппарата здесь остались только максиллы.

Колюще-сосущий ротовой аппарат характерен для насекомых, питающихся соками растений или кровью животных. Мандибулы и максиллы преобразованы в четыре длинные колющие щетинки, складывающиеся вместе и образующие трубку, напоминающую иглу шприца. У клопов этот мандибулярно-максиллярный комплекс вложен в желобок членистой нижней губы, сгибающейся при уколе. У комаров нижняя губа нечлениста, сохранились хорошо развитые максиллярные щупики.

Ротовой аппарат мух (*мускоидный*) наиболее совершенен. Он может использовать различные источники пищи. Мягкий хоботок в основном состоит из нижней губы и способен высасывать жидкость или отфильтровывать ее из смеси с твердыми частицами или, напротив, соскабливать частицы пищи с твердой поверхности.

Грудной отдел состоит из трех сегментов — передне-, средне- и заднегруди. Каждый сегмент груди несет по одной паре ног, а средне- и заднегрудь — по паре крыльев (см. рис. 1, 2), т.е. основные локомоторные органы. В связи с этим и основная функция грудного отдела сводится к локомоции, т.е. передвижению. Сегменты груди имеют внутренние выросты, к которым прикреп-

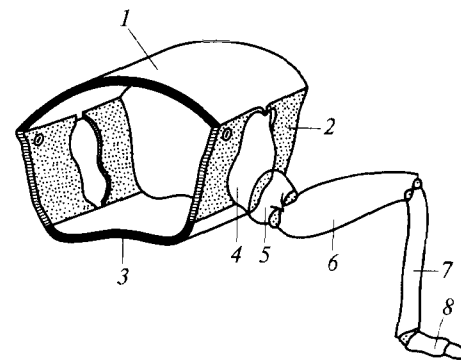


Рис. 2. Схема строения грудного сегмента насекомого:

1 — спинка (тергит); 2 — плейрит; 3 — грудка (стернит); 4 — тазик; 5 — вертлуг; 6 — бедро; 7 — голень; 8 — лапка

ляются мощные мышцы. Плейриты груди устроены весьма сложно и сильно склеротизированы.

Ноги насекомых состоят из тазика, вертлуга, бедра, голени и лапки. Такое число члеников обеспечивает высокую степень свободы ногам насекомых. В соответствии с различными специализациями они могут выполнять сложнейшие движения. Выделяют следующие основные типы ног: ходильные, бегательные, прыгательные, копательные, хватательные.

Крылья в своей основе представляют собой боковую складку тела. Между верхним и нижним слоем есть щель, куда из полости тела заходит кровь. Трубковидные утолщения крыла называют жилками. По жилкованию выделяют различные типы крыльев, например сетчатые (кроме продольных жилок, есть и значительное число поперечных, что характерно для стрекоз и сетчатокрылых); перепончатые (небольшое число поперечных жилок, негустое жилкование, характерное для перепончатокрылых, бабочек). Кроме локомоторной, крылья несут покровную функцию (первая пара крыльев жуков, клопов, тараканов, прямокрылых). У двукрылых вторая пара крыльев редуцирована и превращена в жужжальца, которые выполняют функцию стимуляции нервной системы.

Некоторые насекомые в процессе эволюции утратили крылья, например вши, блохи, пухоеды. Редуцированы крылья и у некоторых бабочек (самки пяденицы-обдирало), не летают жуки кравчиков и т. д.

Движение крыла в полете достаточно сложное, пропеллирующее. Каждое крыло описывает сложную траекторию в виде восьмерки, наклоненной верхним концом назад. При свободном движении вперед эта восьмерка растягивается и превращается в синусоиду.

Брюшко, или **абдомен**, состоит из тергита и стернита, имеющих форму полуколец и соединенных мягкими плейритами. Обособленных твердых плейральных склеритов здесь нет.

В исходном состоянии брюшко состоит из 11 сегментов и хвостового компонента — тельсона. У большинства насекомых число сегментов не превышает 9—10, а в высших группах сокращается до 4—6 (двукрылые и перепончатокрылые). На VIII и IX сегментах находятся наружные половые придатки, или гениталии. Они весьма разнообразны. Так, например, яйцеклад кузнечиков представляет собой мощную саблевидную трубку. У паразитических перепончатокрылых яйцеклад достигает нескольких сантиметров и может глубоко проникать в древесину. Разнообразие строения гениталий так же велико, как число видов насекомых. Морфология гениталий — важнейший систематический признак при определении видовой принадлежности.

На брюшке могут располагаться и различные придатки: грифельки и церки — придатки IX и X сегментов у тараканов, прямокрылых, поденок. У уховерток они превращены в сильные нечленистые клещи — орган защиты и нападения.

Более подробно внешнее строение насекомых рассматривается в «Практикуме по лесной энтомологии» (Е. Г. Мозолевская и др., 2004).

Внутреннее строение и жизненные процессы насекомых

3.1. Кожные покровы

Наружный покров тела и конечностей насекомых (экзоскелет) состоит из кутикулы, гиподермы и несет множество волосков и сенсорных рецепторов (рис. 3). С внутренней стороны имеются специальные выросты, к которым прикрепляются мышцы. Эти выросты образуют эндоскелет.

Экзоскелет защищает тело насекомых от высыхания, механических повреждений, хищников, охлаждения, проникновения ядов и определяет форму тела. Наибольшую опасность для насекомых представляет потеря воды, так как при небольшой массе тела у них большая площадь поверхности.

Гиподерма состоит из одного слоя эпителиальных клеток, подстилающих кутикулу. Клетки гиподермы выделяют секрет, образующий кутикулу. Специализированные клетки гиподермы формируют органы чувств и кожные железы. Гиподерму подстилает тонкая базальная мембрана.

Кутикула чрезвычайно прочна. Ее прочность при сравнении на единицу массы приближается к прочности металлов. Предел прочности кутикулы около 10 кг/мм^2 , а стали — 100 кг/мм^2 , но сталь в 7 раз тяжелее. Прочность алюминия почти такая же, как у кутикулы, но он в 2 раза тяжелее. Некоторые насекомые могут прогрызать отверстия в жести или меди.

Кутикула состоит из тонкого наружного слоя, или **эпикутикулы**, и толстой ламинарной (слоистой) части. Ламинарная кутикула состоит из **экзо-** и **эндокутикулы**. Эти слои включают гликопротеин, представляющий собой комплекс, состоящий из микрофибрилл хитина, погруженных в белковый матрикс. Хитин — высокомолекулярный азотистый полисахарид. Кутикулярные слои расположены таким образом, что продольные оси микрофибрилл, лежащих в разных плоскостях, повернуты относительно друг друга на несколько градусов. Этим достигается увеличение прочности кутикулы. Экзокутикула химически устойчива и не растворяется в линочной жидкости. В ее состав входят хиноны (производные фенолов), образующие химически устойчивые связи между соседними белковыми цепями микрофибрилл.

Основная функция эпикутикулы — защита от высыхания. Она включает 4 слоя: цементный, восковой (состоит из углеводовод-

ных цепей), кутикулиновый (состоит из липидов) и гомогенный. Восковой слой обеспечивает защиту от потери воды. Кутикулиновый слой обладает избирательной проницаемостью и, с одной стороны, обеспечивает поступление из внешней среды веществ, стимулирующих линочные процессы, а с другой — непроницаем для линочной жидкости и не растворяется в ней. Плотный гомогенный слой покрывает тело насекомого и участвует в образовании некоторых желез и органов чувств. Эпикутикула пронизана каналами, обеспечивающими поступление воска к поверхности кутикулинового слоя.

Кожные покровы образуют ряд производных — скульптурные придатки (шипики, или **хетюиды**, бугорки, бороздки, вдавленные точки на кутикуле), структурные образования (волоски и щетинки, или **хеты**, чешуйки на крыльях бабочек), а также эндоскелет (внутренние выросты кутикулы, служащие для прикрепления мышц) и кожные железы.

Кожные железы очень разнообразны. Они могут быть одно-, двух- или многоклеточные. Известны восковые (у тлей, листоблошек, червецов), пахучие (у клопов), лаковые (у червецов), прядильные (у бабочек) железы, железы, выделяющие половые аттрактанты и др. Железы, связанные с кожными покровами и выделяющие вещества (секреты), которые поступают наружу и в различные органы, называются экзокринными. Эти железы участву-

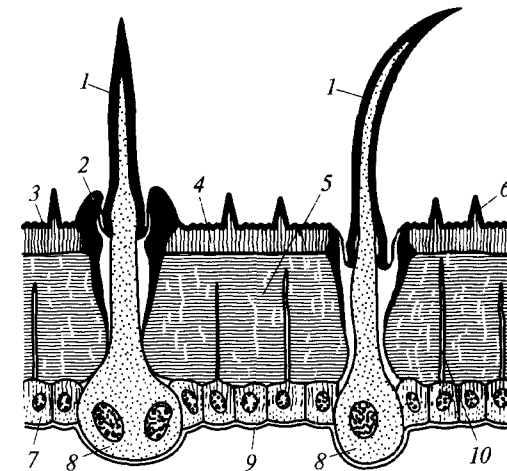


Рис. 3. Схематический разрез кожи насекомого:

1 — волоски; 2 — сочленовная ямка; 3 — наружный слой кутикулы (эпикутикула); 4 — кроющий слой (экзокутикула); 5 — внутренний слой (эндокутикула); 6 — шипик; 7 — гиподерма; 8 — трихогенные клетки; 9 — базальная мембрана; 10 — ложные поры

ют в пищеварении, обеспечивают механическую защиту, образуют биологически активные вещества и в том числе половые аттрактанты — феромоны, позволяющие самкам привлекать самцов с больших расстояний.

Окраска тела насекомых связана с особенностями структуры гиподермы или кутикулы и подразделяется на два типа: пигментную и структурную.

Пигменты откладываются в кутикуле и создают различную окраску. Каротиноиды обуславливают красно-желтые цвета, склеротин и меланин — черный, темные цвета. В гемолимфе насекомых содержатся голубые тетрапиррольные (желчные) пигменты. Комбинация этих пигментов с каротиноидами создает зеленый цвет, который свойствен многим насекомым с прозрачной кутикулой, например многим тлям, гусеницам. Оммохромы — светозащитные пигменты, содержащиеся в клетках, прилегающих к светочувствительным клеткам глаз, а также в гиподерме. Эти пигменты окрашивают крылья бабочек.

Структурная окраска создается мельчайшими тонкими кутикулярными пластинками. Эти пластинки за счет дифракции и интерференции света воспроизводят различные типы окрасок.

3.2. Мышечная система

Мышечная система насекомых обеспечивает их перемещение (ползание, хождение, прыгание, полет) и движение внутренних органов. Как правило, работают мышцы и контрмышцы, возвращающая орган в исходное положение. Иногда движение осуществляется за счет давления крови или свойств кутикулы, и тогда работает только одна мышца.

Мышцы насекомых не образуют сплошного слоя, а приурочены к определенным участкам тела и входят в состав отдельных органов. В зависимости от их расположения мышцы можно разделить на три категории. *Висцеральные* мышцы обеспечивают перистальтику пищеварительного тракта и протоков половых желез. *Сегментарные* мышцы связывают сегменты тела серией мышечных пучков, обеспечивая сохранение формы тела. Мышцы *конечностей*, вместе с межсегментарными мышцами, обеспечивают подвижность ног, крыльев и ротового аппарата насекомых.

При бегании или ползании ноги двигаются попеременно: (1) правая передняя; (2) левая средняя и задняя правая; (3) левая передняя; (4) правая средняя и задняя левая. У гусениц сначала грудные ноги двигаются спереди назад, а потом брюшные — в обратном направлении. Существует и много других типов пере-

движения, зависящих от среды обитания (минирующие моли, короеды).

Мышцы насекомых состоят только из поперечно-полосатых волокон. Они прикрепляются к скелету и внутренним органам. Мышцы с соответствующей частью скелета соединяются с помощью тонофибрилл, которые от конца мышечной клетки отходят к кожным покровам.

Благодаря сильно развитой мускулатуре насекомые обладают большой мускульной силой. Например, у блох высота прыжков превышает высоту их тела в сотни раз. Особенность мышц насекомых — способность к многократным и очень быстрым сокращениям. Например, летательные мышцы комаров и мух сокращаются до 300—500 раз в секунду, а у некоторых из них — до 1000 раз в секунду. Бабочки из семейства бражников пролетают в минуту расстояние в 22—25 тыс. раз больше длины своего тела. Такая скорость сокращения мышц достигается тем, что некоторые мышцы на один нервный импульс могут отвечать несколькими сокращениями.

3.3. Полость тела и жировое тело

Полость тела насекомых разделена двумя тонкостенными перегородками — диафрагмами — на три отдела, расположенных друг под другом. В верхнем перикардиальном (околосердечном) отделе помещаются органы кровообращения, в среднем висцеральном — органы пищеварения, выделения, размножения и жи-

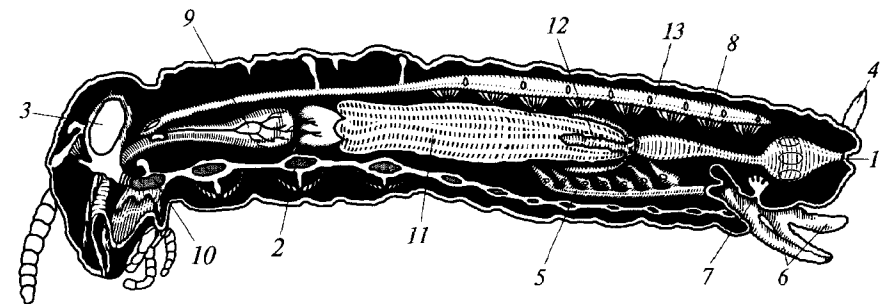


Рис. 4. Расположение внутренних органов крылатого насекомого: 1 — анальное отверстие; 2 — брюшная нервная цепочка; 3 — надглоточный ганглий; 4 — церки; 5 — яичники; 6 — половые придатки; 7 — половое отверстие; 8 — задняя кишка; 9 — передняя кишка; 10 — подглоточный ганглий; 11 — средняя кишка; 12 — мальпигиевы сосуды; 13 — спинной сосуд (сердце)

ровое тело, в нижнем перинеуральном — брюшная нервная цепочка (рис. 4). Дыхательная система пронизывает стенки всех внутренних органов и не ограничена каким-либо одним отделом полости тела.

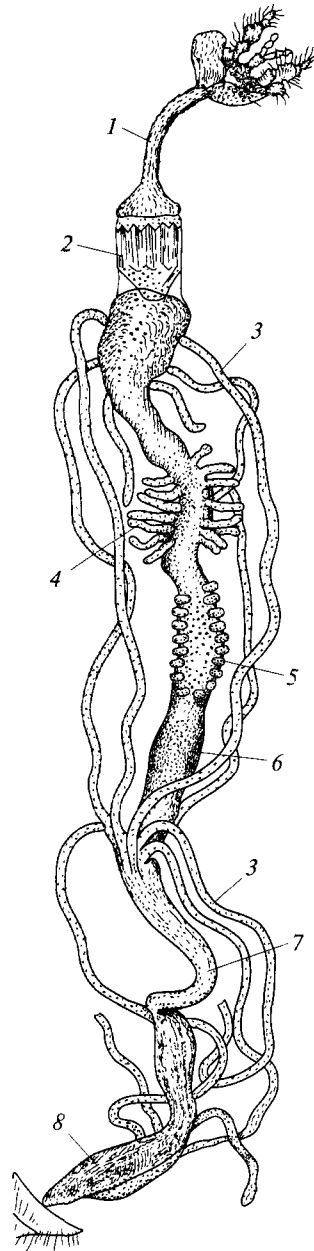
Жировое тело состоит из отдельных долек, или лопастей, образованных рыхлой тканью, и заполняет всю полость тела. Его клетки наполнены каплями жира и белковыми включениями и очень близки к гемоцитам — клеткам крови насекомых. Физиологическая роль жирового тела разнообразна, но в основном сводится к накоплению питательных веществ и поглощению продуктов обмена. В течение индивидуальной жизни насекомого жировое тело претерпевает большие изменения. Накопление питательных веществ в жировом теле способствует выживанию насекомых при низких температурах, дает возможность пережить голодовку и существовать насекомым, прекращающим питание во взрослой фазе развития.

3.4. Органы пищеварения

Пищеварительный аппарат начинается в голове ротовым отверстием и заканчивается на последнем сегменте (рис. 5). Кишечный канал состоит из трех отделов: передней, средней и задней кишки. Передняя кишка и задняя кишка образуются из впячивания на-

Рис. 5. Пищеварительный аппарат короледа:

1 — пищевод; 2 — мышечный желудок; 3 — мальпигиевы сосуды; 4 — слепые отростки желудка; 5 — слепые придатки желудка; 6 — средняя кишка; 7 — задняя кишка; 8 — прямая кишка



ружного зародышевого листка (эктодермы) и в соответствии со своим происхождением выстланы кутикулой. Средняя кишка образуется из внутреннего зародышевого листа и лишена кутикулы.

Передняя кишка подразделяется на глотку, пищевод, зоб и мышечный желудок. Глотка и пищевод проводят пищу, а зоб служит для временного сохранения пищи и бывает не у всех насекомых. За зобом помещается мышечный желудок с развитой мышечной тканью. Его стенки покрыты твердыми хитиновыми зубцами, содействующими механическому перетиранию пищи. Он хорошо развит у тараканов, прямокрылых, жуков, но отсутствует у пчел и большинства двукрылых. Передняя кишка заканчивается кольцевой складкой, носящей название кардиального клапана.

Средняя кишка образуется путем сложного процесса из внутреннего зародышевого пласта (энтодермы). В нее выделяются все пищеварительные соки, кроме слюны, и происходит переваривание пищи и всасывание продуктов пищеварения. Средняя кишка представляет собой равномерно утолщенную трубку. Она выстлана железистым эпителием, клетки которого выделяют капли секрета, окруженные слоем цитоплазмы. Секретирующие клетки постепенно уменьшаются и перестают существовать, но вместо исчезнувших из специальных участков (крипт) появляются новые.

В средней кишке образуется тонкая оболочка — перитрофическая мембрана, окружающая пищевой комок и предохраняющая стенки кишки от соприкосновения с плохо измельченными частицами пищи.

Задняя кишка подразделяется на толстую, тонкую и прямую кишку и начинается пилорическим клапаном. Он аналогичен кардиальному клапану передней кишки и регулирует поступление пищевого комка из средней кишки в тонкую кишку, где происходит отсасывание воды из пищевой массы. Сюда впадают мальпигиевые сосуды.

3.5. Процесс пищеварения

Пищеварение — это совокупность процессов, включающих механическое измельчение пищи и химическое (главным образом ферментативное) расщепление пищевых веществ на компоненты, пригодные к всасыванию и участию в обмене веществ. Как наиболее типичный обычно рассматривается процесс пищеварения у тараканов, саранчовых, жуков. Он начинается в ротовой полости. Пища измельчается мандибулами и максиллами и смачивается слюной. Слюна содержит амилазы, которые обеспечи-

вают расщепление крахмала. Сосущие насекомые сначала вводят слюну в жидкую пищу, а затем ее всасывают. Язык (гипофаринкс) проталкивает пищу дальше в глотку. В механической переработке пищи участвует также мышечный желудок, где она перетирается. Железы, секретирующие слюну, расположены под средней кишкой и связаны с нижней губой. У гусениц и личинок перепончатокрылых эти железы секретируют шелк, у кровососущих — антикоагулянты, у клопов — ядовитые вещества.

Основная химическая переработка пищи происходит в средней кишке. Химическая переработка пищи складывается из процессов гидролиза трех ее основных компонентов — белков, жиров и углеводов. Гидролиз белков, жиров и углеводов идет за счет действия множества ферментов. Основные ферменты — амилаза, мальтаза, инвертаза, трипаза, пептидаза и липаза. Протеазы (трипаза, пептидаза) отвечают за расщепление белков до аминокислот, карбогидразы (амилаза, мальтаза, инвертаза, целлюлаза) — за расщепление углеводов до моносахаров, а липазы — за расщепление жиров до глицерина и жирных кислот. Моносахара, аминокислоты, глицерин и производные жирных кислот интенсивно всасываются эпителиальными клетками средней кишки.

Действие ферментов в значительной степени зависит от кислотности среды в кишечнике. Кислотность (рН) средней кишки может варьировать от 5,8—6,9 (кузнечик), 6,6—7,4 (колорадский жук) до 9,0—9,4 (гусеницы).

Набор ферментов меняется в зависимости от того, чем питается насекомое из поколения в поколение. Меняется он и в разных фазах развития. Так, листогрызущие гусеницы бабочек имеют все три группы ферментов, а взрослая бабочка из этого набора сохраняет только инвертазу, позволяющую питаться сахаром нектара. Особенно трудно перевариваются высокомолекулярные вещества, в частности древесина, которая состоит в основном из клетчатки, лигнина и гемицеллюлоз. Кроме того, в небольшом количестве в ней содержатся крахмал, жиры и масла, органические кислоты, дубильные вещества, пигменты и другие химические вещества. Лигнин никогда не переваривается, а клетчатка и гемицеллюлоза — только некоторыми видами насекомых. В связи с этим различают три группы насекомых, у которых личинки (1) усваивают только содержимое клеток (древогрызы, некоторые усачи, ложнокороеды); (2) усваивают также углеводы клеточных стенок, включая гемицеллюлозу, но не усваивают клетчатку (короеды); (3) кроме углеводов усваивают и клетчатку (точильщики, некоторые усачи).

В задней кишке ферменты не выделяются, но здесь также возможно всасывание пищи. Важнейшая функция задней кишки —

отсасывание воды из остатков пищевой массы и вывод экскрементов наружу через анальное отверстие. Экскременты имеют определенную структуру и форму, по которым можно определить, к какой систематической группе принадлежат насекомые. Помимо выведения экскрементов и всасывания воды в задней кишке переваривается пища с помощью симбионтов.

В питании насекомых древесиной большую роль играют организмы-симбионты, как правило, это грибы, обитающие в мешочках и выступах пищеварительного канала и способствующие разложению поступающей туда клетчатки (например, у личинок большого соснового слоника *Callirus* (*Hylobius*) *abietis*, термитов, некоторых усачей). Самки короедов древесинников вносят в ходы, которые прогрызают в древесине, споры грибов, а самки рогахостов закладывают споры при откладке яиц. Споры прорастают, и мицелий гриба в дальнейшем служит пищей для личинок короедов.

У ряда хищных насекомых, например у жуелиц, стрекоз, флёрниц (златоглазка), божьих коровок, пищеварение частично внекишечное. Сок средней кишки вливается в тело жертвы по челюстным каналам и таким образом переваривание начинается раньше проглатывания.

Имагинальная форма многих видов насекомых не питается и существует за счет жировых запасов (обоеполое поколение хермесов, монашенка, непарный шелкопряд, сосновый шелкопряд, оводы, подёнки и т. п.). У таких насекомых ротовой аппарат часто редуцирован. У подёнок пищевой канал приобретает другие функции — он наполнен воздухом, что облегчает полет.

3.6. Органы выделения и экскреция

В результате метаболических процессов разрушаются органические соединения и образуются шлаки, многие из которых токсичны для организма. Процесс удаления этих веществ называется экскрецией. Наиболее токсичны азотистые вещества, образующиеся при разрушении белков. Другой токсичный продукт метаболизма — диоксид углерода, образующийся в процессе клеточного дыхания. Экскреция этого продукта рассматривается в связи с дыханием.

Экскреторная (выделительная) система насекомых выполняет двойную функцию: удаление отходов метаболизма и поддержание водно-солевого баланса. Обе эти задачи решаются путем образования первичной секреторной жидкости, последующего всасывания части веществ, содержащихся в ней, и выведения остатков из организма.

Основной экскреторный орган насекомых — *мальпигиевы сосуды*. Они представляют собой длинные трубочки, которые одним концом открываются около места соединения средней кишки с задней, а другим — слепо оканчиваются в полости тела. Стенки мальпигиевых сосудов изнутри состоят из одного слоя эпителиальных клеток и нередко имеют собственную мускулатуру, обеспечивающую им подвижность. Число их различно: от 4—6 до нескольких десятков.

В мальпигиевы сосуды всасываются вещества из гемолимфы, главным образом соли мочевой кислоты, образуются жидкие секреты. Соли мочевой кислоты в виде кристаллов удаляются через заднюю кишку вместе с экскрементами.

Выделительные функции часто выполняют также *нефроциты* и *жировое тело*. Нефроциты поглощают из полости тела коллоидные вещества, а в жировом теле внутри клеток накапливаются вредные вещества (экскреты). Они остаются в жировом теле пожизненно или передаются мальпигиевым сосудам и выводятся из организма. Мочевая кислота сохраняется в специальных мочевых клетках жирового тела у тараканов и у эндопаразитических насекомых. У бабочек семейства Pieridae небольшие количества мочевой кислоты и птеринов (лейкоптерин — белый, а ксантоптерин — желтый) накапливаются в чешуйках крыльев и придают им определенную окраску.

3.7. Дыхательная система

Органы дыхания насекомых представляют систему трахей, пронизывающих тело. Обычно они состоят из двух продольных стволов и ветвей, отходящих к различным органам и мышцам. Трахея — это трубка круглого сечения, многократно ветвящаяся и заканчивающаяся тончайшими трахейными капиллярами — трахеолами. Наружу трахейная система открывается особыми отверстиями — дыхальцами (стигмами), расположенными по бокам брюшка (до 8 пар) и на груди (2 пары). У дыхалец есть замыкающие клапаны, регулирующие поступление воздуха в трахейную систему. Воздух поступает в трахеи через дыхальца за счет ослабления напряжения мышц брюшка и увеличения объема тела и благодаря диффузии (рис. 6).

Кислород поступившего воздуха окисляет молекулы белков, жиров и углеводов с помощью оксидаз (окислительные ферменты). В результате окисления образуются необходимая энергия и CO_2 , который удаляется через кожу и трахеи. Соотношение между поглощенным кислородом и выделенным диоксидом углерода называется дыхательным коэффициентом. Его величина зависит

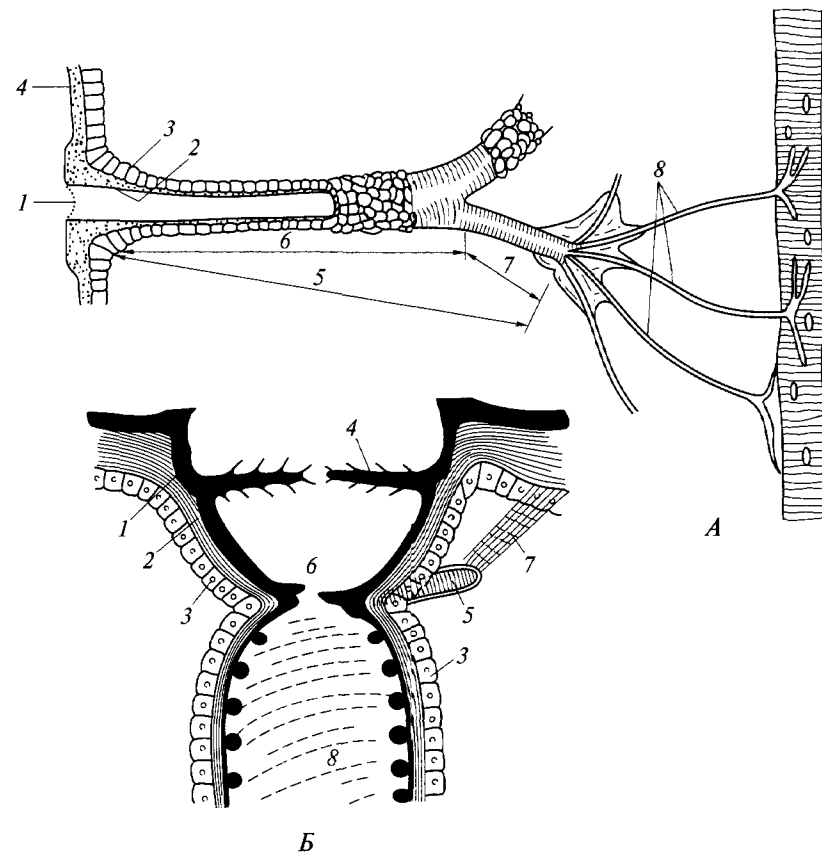


Рис. 6. Дыхательная система насекомых:

А — трахеи и трахеолы:

1 — дыхальце; 2 — эндокутикула; 3 — гиподерма; 4 — стенка тела; 5 — трахея; 6 — основная трахея; 7 — ветвь трахеи; 8 — трахеолы;

Б — строение дыхальца и трахеи:

1 — экзокутикула; 2 — эндокутикула; 3 — гиподерма; 4 — щетинки; 5 — замыкающая мышца; 6 — отверстие дыхальца; 7 — закрывающий мускул; 8 — трахея

от состава пищи, вида и фазы развития насекомого. Например, если газообмен идет за счет углеводов, то коэффициент равен единице, а если за счет белков, которые окисляются труднее, то он равен 0,7—0,8. Основным резервным питательным материалом составляют жиры, поэтому при голодании и паузе дыхательный коэффициент заметно снижается.

У хорошо летающих насекомых в груди и брюшке имеются связанные с трахеями воздушные мешки. Перед полетом они заполняются воздухом, облегчая полет.

3.8. Кровеносная система и кровообращение

Все пространство между стенкой тела и отдельными органами представляет собой полость тела насекомого. Она заполнена кровью. Ток крови обеспечивается работой сердца. Оно лежит в брюшке, на спинной стороне и прикрепляется к стенке тела тяжами.

Сердце представлено длинной трубкой, состоящей из ряда камер. На заднем конце трубка обычно замкнута. С боков каждая камера имеет пару боковых отверстий с клапанами (остиями), впереди сердце переходит в аорту, которая не имеет отверстий и не замкнута в голове. От боковых сторон сердца к стенке тела отходят пучки крыловидных мышц, приводящих в движение камеры сердца.

Камеры сокращаются последовательно, перегоняя кровь вперед к головному концу, где она через аорту изливается в полость головы, а оттуда — в полость тела. Отсюда кровяной поток с помощью спинной и брюшной диафрагм поступает в околосердечную полость, откуда кровь втягивается в сердце через специальные отверстия — остии (см. рис. 4 и 7). Таким образом, циркуляция крови обеспечивается за счет движения вперед по спинному сосуду и назад в полости тела.

В такой незамкнутой кровеносной системе движение крови слабое.

Кровь насекомых, или гемолимфа, состоит из жидкой плазмы и клеточных элементов — гемоцитов. В плазме растворено множество органических и неорганических веществ, включая органические соли, питательные вещества, мочевую кислоту, ферменты, гормоны, пигменты. Содержание воды в крови колеблется от 75 до 90 %.

Гемоциты — это амёбовидные клетки, свободно плавающие в плазме. Они различны по величине, форме и функциям. Молодые делящиеся клетки — пролейкоциты; клетки, способные заглатывать твердые тела и бактерии, — фагоциты; клетки, связывающие посторонние вещества и мочевую кислоту, — нефроциты; клетки, разносящие питательные вещества к тканям и органам, — макро- и микронуклециты и эозинофилы; клетки, расположенные посегментарно вблизи линочных желез подобно виноградным кистям, — энциты. Состав гемоцитов меняется в зависимости от вида, фазы развития и состояния насекомого, поэтому анализ клеточных включений крови используют для оценки состояния насекомых.

Кровь насекомых обеспечивает следующие функции.

1. *Транспорт питательных веществ*, гормонов и отработанных продуктов к органам выделения.

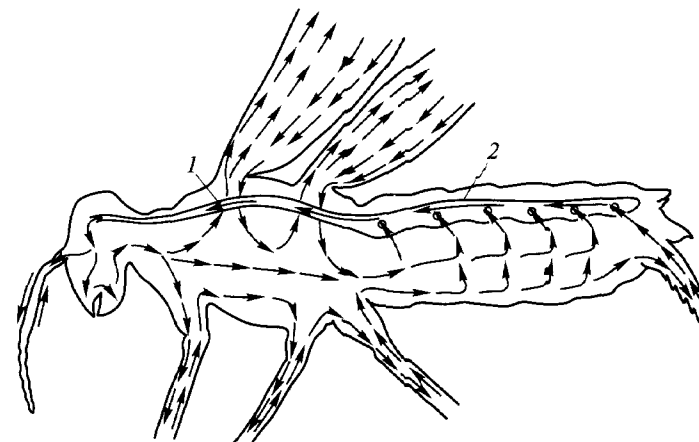


Рис. 7. Основные токи гемолимфы в теле пилильщика:

1 — аорта; 2 — сердце; стрелками показано направление тока крови

2. *Дыхание* — некоторым клеткам насекомых не подходят трахеолы и они получают кислород из крови. Кроме того, кровь выполняет вспомогательную роль в удалении диоксида углерода, основная часть которой диффундирует через ткани и выходит через кутикулу.

3. *Защитные функции* — гемоциты освобождают организм от некоторых бактерий и паразитов. У некоторых видов кровь ядовита и может выделяться наружу через специальные отверстия для защиты от врагов. У жуков шпанской мушки выделяется яд кантаридин со специфическим запахом, действующий на кожу человека (высушенные шпанские мушки используются в медицине для приготовления нарывных пластырей и изготовления препарата, действующего на мочеполовую систему). Кровь у них ярко-желтая, выделяется через особые отверстия на ногах. Выделяют кровь тлевые коровки, прыгающие прямокрылые, личинки пилильщиков выбрызгивают зеленую кровь из отверстий по бокам тела.

4. *Метаболизм* — в процессе циркуляции крови вещества, содержащиеся в ней, подвергаются химическому превращению.

5. *Гидравлическая функция* — весь объем крови, заключенный внутри тела насекомого, образует замкнутую гидравлическую систему, способную передавать давление с одной части тела на другую. Давление крови регулируется сокращением мышц груди или брюшка. Попеременное снижение и повышение давления крови, происходящее при мышечных движениях, вызывают опорожнение и наполнение трахейных воздушных мешков

и карманов. Давление крови лежит в основе таких процессов, как растягивание покровов и расправление крыльев после линьки, разрыв оболочки яйца перед выходом личинки, развертывание хоботка и т. п.

3.9. Нервная система

Нервная система насекомых регулирует все функции организма, объединяя его в единое целое. Ее основу составляют нервные клетки — нейроны, которые в соответствии с назначением делятся на чувствительные, двигательные и ассоциативные. Нейрон — это удлинённая клетка, способная получать сигналы, перерабатывать их в нервные импульсы и проводить их к другим нейронам или эффекторным органам (мышцам или железам). Нервный импульс проходит только в одном направлении по проводящему отростку (аксону) к синапсу. В каждом сегменте тела нервные клетки, группируясь друг с другом, формируют ганглий, входящий в состав центральной нервной системы.

Нервная система дифференцирована и подразделяется на центральную, периферическую и симпатическую.

Центральная нервная система состоит из совокупности узлов (ганглиев), от которых отходят нервы. Нервные узлы соединены продольными и поперечными перемычками (комиссурами). Вся система ганглиев разделена на два отдела — грудной и брюшной. В голове над пищеводом расположен надглоточный ганглий, а под пищеводом — подглоточный. Они соединены между собой комиссурами, которые образуют окологлоточное кольцо. Брюшной отдел состоит из серии ганглиев и связывающих их нервных тяжей, образующих нервную цепочку (см. рис. 4).

Надглоточный ганглий хорошо развит и нередко называется головным мозгом. Он служит главным центром, подчиняющим себе деятельность прочих нервных узлов. От него отходят нервы к глазам и усикам, а от подглоточного ганглия — к ротовым органам.

Симпатическая нервная система состоит из небольших ганглиев, лежащих в передней части тела, регулирующих работу внутренних органов (кровообращение, пищеварение, дыхание и половые функции) и мышечной системы насекомых, и имеет весьма сложное строение. Ротожелудочный отдел этой системы связан с эндокринной системой.

Периферическая нервная система образована из нервов, отходящих от ганглиев центральной и симпатической нервных систем, связывая эти системы с различными органами.

Физиологические функции нервной системы основаны на общем принципе рефлекса, которым организм отвечает на внешние сигналы. Нервное раздражение с периферии тела по чувствительному нерву достигает нервного узла, а отсюда по двигательному нерву возвращается к той или иной мышце, вызывая соответствующее движение. Образуется рефлекторная дуга. Каждая рефлекторная дуга начинается с рецептора, который трансформирует внешнее раздражение в нервные импульсы. При этом каждый тип рецепторов реагирует на определенные раздражения. Совокупность рецепторов, приспособленных к восприятию одинаковых раздражителей, называется органом чувств. Общее число чувствительных рецепторов у насекомых весьма велико. Например, количество чувствительных нейронов, связанных с рецепторами антенн медоносной пчелы, приближается к 500 тыс.

Многочисленные сенсиллы (простейшие рецепторы, состоящие из воспринимающей структуры кожи и прилегающих к ней нервных чувствительных клеток), разбросанные по телу насекомого, реагируют на прикосновение к ним. Каждая такая сенсилла является одиночным осязательным рецептором, но все вместе они образуют орган осязания. Рецепторы антенн, реагирующие на запахи, формируют орган обоняния.

3.10. Источники информации: рецепторы и органы чувств

У насекомых, как и у всех многоклеточных организмов, имеется множество воспринимающих клеток, рецепторов, или сенсилл. Это специализированные компоненты нервной системы, воспринимающие сигналы и передающие их в нервно-мышечный аппарат. Рецепторы рассеяны или собраны в группы, образующие органы чувств, например глаза, антенны, тимпальные органы.

Выделяют следующие органы чувств у насекомых: зрения, обоняния, осязания, слуха, вкуса, температурной и осмотической чувствительности, гравитационного и двигательного чувств. Для большинства насекомых зрение и обоняние — важнейшие источники информации.

Рецепторы подразделяются на четыре группы: механорецепторы (приспособленные для восприятия механических раздражений); терморецепторы (восприятие температуры); хеморецепторы (химический состав внешней среды); фоторецепторы (световые сигналы).

Механорецепторы и органы слуха — трихоидные сенсиллы (волосковидные) — волоски, связанные с нервным окончанием.

В момент изменения положения (при изгибе и выпрямлении) или при любом изменении положения до возвращения в исходное состояние возбуждение воспринимается ганглием центральной нервной системы. Некоторые из них могут улавливать малейшие колебания воздуха, предупреждая об опасности. Сенсиллы фиксируют также положение частей тела относительно друг друга.

Рецепторы напряжения (проприорецепторы) делятся на *коллоидные* — воспринимают изменение натяжения покровов, контролируют движение конечностей и ориентацию в пространстве; *хордонотальные* — натяжение и вибрацию субстрата, звуки, ультразвук (обычно они расположены под кутикулой). *Джонстонов орган* — специализированный хордонотальный орган, находящийся во втором членике антенн у всех имагинальных форм насекомых, многих личинок, он контролирует движение антенны, а через нее — скорость полета, шум, участвует в ориентации; другой специализированный хордонотальный орган — *тимпальный* (слуховой) — у прямокрылых, клопов и бабочек, реагирует на появление хищников и сигналы особой своего вида.

Органы слуха преимущественно есть у насекомых, издающих звуки. Это чувствительные клетки, расположенные внутри отверстия, затянутого перепонкой. К ним подходят нервные окончания. Расположены органы слуха в разных местах: у саранчовых — по бокам первого сегмента брюшка, у кузнечиков — на передних голенях, у певчих цикад — у основания брюшка.

Насекомые воспринимают широкий диапазон частот — от инфразвука до ультразвука.

Органы осязания представляют собой волоски, щетинки, шипики, находящиеся в усиках, щупиках и на поверхности тела. Ими воспринимаются сотрясения, положение и равновесие тела, соприкосновение с твердыми предметами, водой и т. п.

Фоторецепторы и органы зрения — сложные фасеточные и простые глаза. Фасеточные глаза состоят из множества круглых или шестигранных фасеток и дают прямое мозаичное изображение. Фасетка состоит из прозрачной двояко- или плоско-выпуклой хитиновой линзы (роговицы), под которой располагается коническая светопреломляющая часть (хрустальный конус). Под конусом находятся клетки сетчатки, воспринимающие световые лучи. К клеткам сетчатки подходят нервные окончания, идущие от надглоточного узла и служащие для передачи в узел световых раздражителей. Некоторые насекомые способны к очень четкому восприятию. Например, бражники узнают знакомые им цветки на рисунках и подлетают к ним сосать нектар. У насекомых хорошо развито цветовое зрение, однако большинство из них не воспринимает красный цвет, но хорошо видит ультрафиолетовое излучение. Медоносная пчела различает по-

ляризованный свет, излучаемый голубым небом, используя его для ориентации в полете. Прилет ночных насекомых на свет связан со светокомпасным движением. Оно все время идет по спирали, так как одиночный источник света, свеча или фонарь, воспринимается насекомыми как свет от практически бесконечно удаленного солнца или луны.

У взрослых насекомых простые глаза располагаются между сложными глазами на лбу и темени. У личинок они размещены на боковых частях головы и дают возможность ориентации: ими воспринимается не форма предмета, а только его движение и свет.

Хеморецепторы расположены на разных частях тела, антеннах, ротовых органах, лапках, яйцекладе, церках.

Обоняние у насекомых развито очень сильно. Так, наездник эфиальт, ощупывая усиками кору, находит личинку рогахвоста в древесине, жуки-короеды по запаху отыскивают в лесу ослабленные деревья, самцы многих видов насекомых могут найти самку на расстоянии нескольких километров и т. д.

Органы вкуса расположены на ротовом аппарате в виде чувствительных волосков. Физиологическое различие между обонятельными и вкусовыми рецепторами заключается в том, что первые анализируют газообразную среду с низкой концентрацией веществ, а вторые — жидкую среду с относительно высоким содержанием веществ. Вкус служит только для распознавания пищи и соответственно вкусовые рецепторы насекомых специализированы в зависимости от типа пищи.

Обоняние и вкус часто объединяют, называя химическим чувством. Оно имеет большое значение в жизни насекомых. На знаниях о нем основаны многие меры борьбы с насекомыми.

3.11. Нервная деятельность и поведение насекомых

Физиологические и поведенческие реакции насекомых контролируются нервной и эндокринной системами. Основу поведения насекомых составляет нервная деятельность. Поведение — это комплексная реакция насекомых, обусловленная внешним воздействием среды и физиологическими особенностями организма.

Наиболее просто нервная деятельность проявляется в **таксисах**. Это простейшая положительная или отрицательная двигательная реакция (рефлекс) на то или иное внешнее раздражение, однако усложненная общим возбуждением центральной нервной системы. У насекомых особенно развиты термотаксис (реакция на температурные условия), фототаксис (на свет), гидротаксис (на влажность среды), хемотаксис (на химические раздражители) и

трофотаксис (реакция на пищу). Таксисы носят приспособительный характер и потому в зависимости от условий и состояния организма могут быть положительными и отрицательными. В одном случае насекомое может стремиться в зону более высоких температур или яркого света, а в другом — в зону более низких температур или темноты. Знание таксисов широко используется для борьбы с насекомыми с помощью приманок, ловушек и изменения среды их обитания.

Более сложным видом нервной деятельности являются *инстинкты*. Они представляют собой сложную цепь рефлексов, которой окончание действия одного из них стимулирует начало последующего. Проявление определенного инстинкта связано с состоянием организма насекомого. Инстинкты действуют на протяжении всего жизненного цикла насекомого: при встрече полов и размножении, при откладке яиц и заботе о потомстве, строительстве гнезд и убежищ, добыче пищи и питании и т. д. В большинстве своем рефлексы и инстинкты насекомых *врожденные*, или *безусловные*. Они направлены на сохранение вида и особи. Никто не учил пчелу строить ячейку, корою — прокладывать под корой определенной формы ход, жука-трубковерта — скручивать лист в виде трубки или сигары, гусеницу — плести кокон перед окукливанием, хищных насекомых — охотиться за своей добычей и т. п. Особенно сложны инстинкты у общественных насекомых пчел, муравьев и термитов, умеющих строить очень сложные сооружения и ухаживать за потомством, регулируя его состав.

В отдельных случаях под влиянием внешних условий у насекомых проявляются элементы высшей нервной деятельности — *условные рефлексы*. Одним из примеров служит быстрое установление пчелой связи между запахом цветка и его медоносностью.

3.12. Коммуникация

Коммуникация включает передачу и принятие сигнала от одной особи к другой. *Зрительная коммуникация* играет у насекомых важную роль в защите от врагов и используется при различных формах полового поведения. Характер окраски, цвет и очертания тела служат предостерегающим сигналом для хищников или, напротив, маскируют насекомое. При половом поведении яркие узорчатые крылья (у бабочек), биолюминесценция (у ногохвосток, светляков) иногда используются как зрительные сигналы.

Звуковая коммуникация — очень распространенное явление среди насекомых. Например, жужжание летящей самки комара,

создаваемое биением крыльев, привлекает самца. Кобылки *Oedipoda* издают коммуникативные сигналы, ударяя по поверхности субстрата задней голенью, а жуки *Xestobium* и солдаты термитов — головой. Жуки-усачи издают хорошо различимые звуки при трении зазубренной поверхности среднеспинки о кантик следующего склерита. Многие прямокрылые издают очень сильные звуки, ударяя передним краем заднего крыла по утолщенным жилкам переднего, вызывая его вибрацию (трескучие звуки), или при трении зубчиков, расположенных на внутренней поверхности заднего бедра, о переднее крыло или иным способом. У цикад в основании брюшка располагаются полости, закрытые мембранами. Внутренняя поверхность мембран соединена с мышечным волокном, которое, сокращаясь с большой скоростью, втягивает, а расслабляясь — возвращает мембрану в исходное положение. Такое приспособление называется тимпальным органом.

Химическая коммуникация насекомых включает богатейший спектр химических сигналов, обеспечивающих как внутривидовую, так и межвидовую коммуникацию. Внутривидовая коммуникация обеспечивается феромонами — веществами, вызывающими либо немедленную поведенческую реакцию, выполняя роль половых аттрактантов (т. е. веществ, привлекающих особей противоположного пола), либо некоторые формы поведенческих реакций — образование скоплений, распределение особей в пространстве, узнавание своего вида.

У некоторых видов насекомых существует достаточно сложный язык. Он может включать запахи (хемокommunikация), звуки, статичные позы или рисунок полета. Все сигнальные системы детерминированы генетически, т. е. являются инстинктивными.

3.13. Эндокринная система и гормоны

Длительно протекающие изменения, связанные с ростом, развитием, метаболизмом, находятся под контролем эндокринной системы. Эндокринная система регулирует и поведенческие реакции, но сама эта система контролируется центральной нервной системой, которая в свою очередь реагирует на информацию, поступающую из внешней среды.

Эндокринная система состоит из желез и специальных клеток, секретирующих гормоны. Гормоны — это химические посредники, действующие в очень низких концентрациях и оказывающие влияние на физиологические и поведенческие реакции. В отличие от нервной системы, гормоны обеспечивают непрерывное поступление стимула к определенному месту в течение нескольких часов или дней. Многоклеточные ткани более доступны именно

для гормональной стимуляции. Источниками гормонов служат нейросекреторные клетки головного мозга, кардиальные тела, прилежащие тела, вентральные, проторакальные и другие железы и клетки. Гормоны, выделяемые этими железами, регулируют многие важнейшие процессы и развитие насекомых, включая личиночный рост, линьку, половое созревание и др. Ювенильный гормон, выделяемый прилежащими телами, способствует образованию личиночных органов. Экдизон — гормон линьки, выделяемый проторакальными железами, стимулирует линьку личинок. Например, у шелкопрядов имагинальная линька, как правило, происходит в определенное время дня и синхронизирована с продолжительностью светового дня. Фотопериод стимулирует секрецию гормона нейросекреторными клетками головного мозга, который в свою очередь запускает процесс линьки. Некоторые методы борьбы с вредными насекомыми построены на подавлении действия тех или иных секретирующих клеток.

3.14. Половая система насекомых и половые продукты

Насекомые — раздельнополые животные. Известно только несколько примеров гермафродитизма, когда одна особь несет в себе признаки обоих полов.

В состав *женской половой системы* входят следующие элементы (рис. 8, А).

Парные яичники состоят из овариол (яйцевых трубочек), в которых образуются яйца. Число овариол может быть от 2 до 25 000. Каждая овариола заканчивается прикрепительной нитью (терминальным филаментом). В верхней части трубочки находятся развивающиеся яйца, а в нижней — более зрелые. Основание трубочки образует небольшой проток, или ножку (педицеллум). Ножки овариол вместе образуют каликс, который открывается в латеральный яйцевод. Латеральные яйцеводы соединяются в общий яйцевод, впадающий в яйцевую камеру (вагину). Вагина выходит непосредственно в наружный яйцеклад.

Семяприемник расположен с дорсальной стороны, в нем хранится сперма. Семяприемник примыкает к стенке вагины. Попав в вагину из семяприемника, сперматозоиды проникают в яйцо. В проток семяприемника впадает проток непарной половой железы.

Парные придаточные железы выделяют липкий секрет для склеивания яиц в кладке. Разнообразные отклонения от описанной схемы служат систематическим признаком, имеющим большое таксономическое значение.

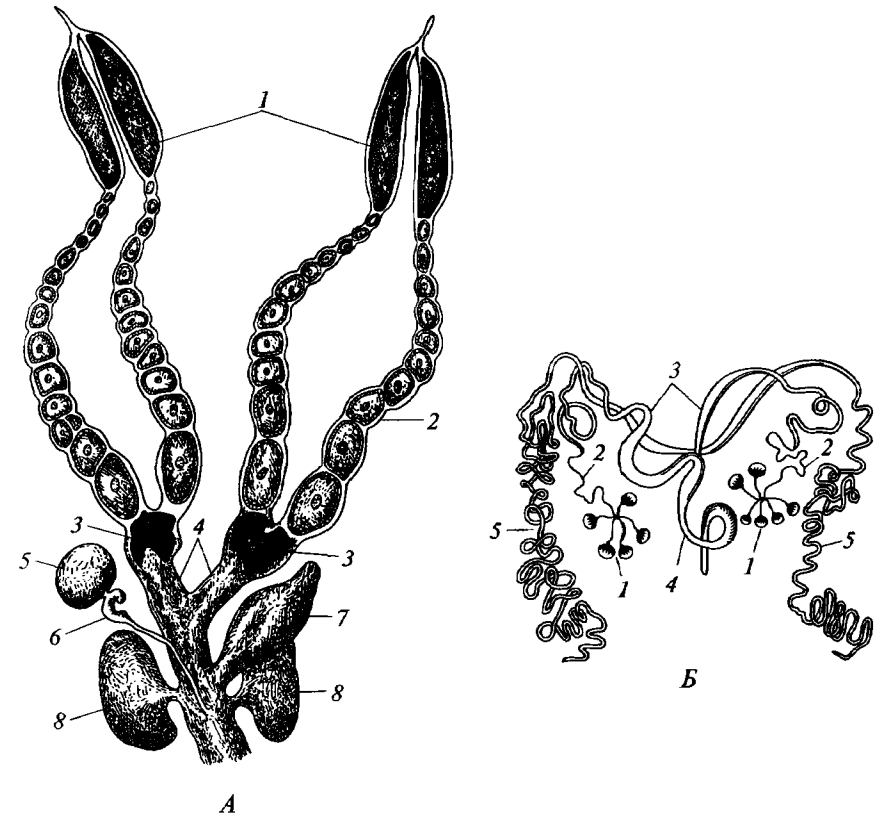


Рис. 8. Половой аппарат насекомых:

А — женский половой аппарат большого соснового лубоеда (после дополнительного питания): 1 — камеры; 2 — овариолы; 3 — желтое тело; 4 — яйцеводы; 5 — непарная железа; 6 — семяприемник; 7 — совокупительная камера; 8 — придаточные железы;

Б — мужской половой аппарат майского жука: 1 — семенники; 2 — семяпровод; 3 — семенные пузырьки; 4 — семяизвергательный канал; 5 — придаточные железы

Овариолы наполнены фолликулярным эпителием, из которого образуются яйцевые клетки. Яйца созревают постепенно и наполняются желтком, который находится в начале яйцевой трубочки или в отдельных камерах, чередующихся с яйцевыми. Выделение фолликулярного эпителия камер формирует оболочку (хорион) яиц. В хорионе находится микропиле — микроскопическое отверстие, через которое проникают сперматозоиды. Вид и форма хориона могут быть таксономическим признаком и характеризовать состояние будущего потомства. Пустые яйцевые каме-

ры видоизменяются и образуют желтое тело. Присутствие желтого тела в яйцевом аппарате указывает на то, что самка уже откладывала яйца. Это важно знать при обследовании состояния популяции вредителей, в частности короедов. Оплодотворение большей частью происходит в вагине.

Форма яиц у насекомых весьма разнообразна и часто характерна для отдельных видов. У ряда насекомых, главным образом из отряда Нутепортега, яйца бывают стебельчатыми, например у многих наездников и орехотворок, овальными — у двукрылых, круглыми — у бабочек и пилильщиков. Микропиле иногда находится на особых отростках или на выросте, имеющем подобие воронки.

Мужская половая система по общему принципу строения сходна с женской (см. рис. 8, Б). Ее основные элементы — *пара семенников, протоки, резервуары со спермой и выводящие протоки*. Каждый семенник состоит из группы семенных трубочек, или фолликулов, в которых образуется сперма. Семенные трубочки открываются в общий проток — *семяпровод*, который в свою очередь открывается в резервуар — *семенной пузырек*. От каждого семенного пузырька отходит самостоятельный проток. Эти протоки образуют затем общий *семяизвергательный проток*, проходящий внутри пениса, или фаллуса. Структуры, связанные с пенисом, формируют *мужские гениталии — эдеагус*.

К семяизвергательному каналу примыкают придаточные железы. Они выделяют секрет, смешивающийся со сперматозоидами. При копуляции сперма либо непосредственно вводится в половое отверстие самки, либо у самца из выделений придаточных желез образуется мешочек (сперматофор), наполненный сперматозоидами, который самец вкладывает в половое отверстие самки или подвешивает к нему. Впоследствии сперматофор раскрывается, и сперматозоиды проникают в половые пути.

Время созревания половых продуктов различно. У некоторых насекомых с полным превращением сперматозоиды образуются уже в куколочный или даже в личиночный период, у других — только у взрослого насекомого. Яйца у ряда насекомых созревают также в куколочной стадии, и самка по выходе из куколки может сейчас же откладывать их, как это наблюдается, например, у соснового шелкопряда. У майских хрущей и многих других жуков взрослые насекомые должны по выходе из куколки питаться (**дополнительное питание**) и только по прошествии известного времени насекомое способно к копуляции и откладке яиц. У многих видов после периода половой деятельности наступает перерыв, в течение которого насекомое должно усиленно питаться, чтобы снова начали развиваться его половые продукты (например, **возобновительное питание** у короедов).

Глава 4

Развитие насекомых

4.1. Жизненный цикл и диапауза

Индивидуальное развитие особи, включающее всю совокупность ее преобразований от зарождения (оплодотворение яйцеклетки) до конца жизни, обозначают термином *онтогенез*. Онтогенез, или жизненный цикл развития насекомых, обычно подразделяют на несколько фаз: эмбриогенез (развитие организма внутри яйца), постэмбриональное развитие, или метаморфоз (от яйца до имаго), и зрелость (стадия имаго).

Во время *эмбриогенеза* происходит быстрое преобразование одной клетки в целый организм с полным набором видоспецифических признаков, в процессе которого воспроизводится эволюционная история формирования данного таксона.

Метаморфоз — наиболее продолжительная по времени фаза последовательных изменений организма, готовящая организм к размножению.

Имагинальная стадия развития обеспечивает размножение и, следовательно, начало нового цикла развития.

В энтомологии иногда используется термин *жизненный цикл*, который равнозначен терминам *поколение* и *генерация*. Это совокупность фаз развития от яйца (зиготы) до половозрелой особи (имаго). Продолжительность онтогенеза определяется числом поколений (генераций) в году и у разных видов насекомых неодинакова. У поливольтинных видов может быть до 10—15 генераций в год (многие виды двукрылых), а у моновольтинных — одна генерация в год (сосновые лубоеды). У некоторых видов генерация занимает несколько лет (хрущи, шелкоуны), а у североамериканских цикал развитие может продолжаться 17 лет.

Генеративные видоспецифические особенности состоят в наличии или отсутствии *диапаузы*, т.е. фазы развития, в которой насекомое переживает неблагоприятные условия, появлении смены поколений и др. Диапауза может быть облигатной, т.е. обязательной для онтогенеза данного вида, или факультативной, возникающей только в случае наступления неблагоприятных условий.

Продолжительность онтогенеза может изменяться у одного и того же вида — быть неодинаковой у разных популяций, обитающих в разных частях ареала, или меняться в зависимости от кон-

кретных условий, включая изменения погоды и объем пищевых ресурсов. Например, восточный майский хрущ обычно развивается 5 лет, но по мере продвижения к югу в зависимости от погодных условий его генерация сокращается до 4 лет, а генерация обыкновенного соснового пилильщика — от двух лет до двух раз в год. Примеры такого рода можно привести для многих вредителей леса, у которых диапауза не является облигатной.

Наибольшую сложность цикл развития приобретает у насекомых, развивающихся со сменой поколений (*гетерогония*), особенно у хермесов. Например, бескрылые самки-основательницы зеленого хермеса *Sacchiphantes abietis viridis* Ratz в мае после зимовки появляются на ели, питаются соками развивающихся побегов и откладывают яйца у основания почек. Хвоинки принимают форму чешуек. Вылупившиеся личинки живут между чешуйками и сосут соки, вызывая усиленный рост чешуек и образование галлов. В июле они превращаются в нимф с зачатками крыльев и выходят из галла. Нимфы линяют, становятся крылатыми и перелетают на лиственницу, где откладывают яйца. Из яиц выходят самки — ложные основательницы. Они зимуют на коре или хвое. Весной они откладывают яйца, из которых появляются крылатые плодоноски, перелетающие на ель. Они опять откладывают яйца на хвою. Из яиц выходит обоеполое поколение. Оплодотворенные самки откладывают яйца по одному под чешуйки побега. Осенью из яйца выходит личинка — будущая основательница, которая зимует у основания почки.

Знание сроков развития насекомых, включая сроки развития отдельных фаз, принципиально важно для организации борьбы с вредителями. Установить сроки развития отдельных фаз позволяют многолетние наблюдения, анализ взаимосвязей показателей развития с теми или иными внешними факторами и природными явлениями. Развитие вредителей леса в первую очередь связано с циклами развития кормовых пород деревьев (растений-хозяев). Так, лёт восточного майского хруща совпадает с распусканием листьев березы, а у дубовой листовёртки начало питания гусениц совпадает с началом распускания листьев дуба. Такие наблюдения называются фенологическими, а графическое изображение календаря развития отдельных фаз — фенограммой.

4.2. Эмбриогенез насекомых

Яйцо представляет собой билатерально-симметричную клетку с двумя оболочками: плотной наружной (хорион) и внутренней (желточной). В оболочках имеется крошечное отверстие — микропиле, через которое проникает сперматозоид. Внутри на-

ходится ядро, окруженное цитоплазмой. Центральная часть цитоплазмы содержит много желтка (малое количество желтка наблюдается в яйцах некоторых наездников, развивающихся внутри тела хозяина).

Яйцо обычно оплодотворяется незадолго до начала яйцекладки. Один или несколько сперматозоидов проникают в яйцо, когда оно проходит по яйцеводу. После оплодотворения образуется зигота и начинается дробление. У большинства насекомых наблюдается дробление, при котором ядро, окруженное небольшим участком цитоплазмы, делится на две части, потом продукты деления делятся вновь и вновь. Число клеток возрастает, они располагаются среди шариков желтка и постепенно выходят на периферию яйца. Желток при этом не делится. Вышедшие на периферию клетки располагаются в один сплошной ряд, образуя так называемую *бластодерму* (рис. 9).

На этой стадии внутри яйца находится желток, а в нем — некоторое количество клеток (желточные клетки), оставшихся при дроблении внутри яйца. При дальнейшем развитии зародыша они помогают усвоению желтка, не образуя никаких органов зародыша и в конце концов перевариваясь вместе с желтком.

Из бластодермы путем деления клеток образуется *зародышевая полоса*, сначала на небольшом участке поверхности яйца, а потом она распространяется на брюшную сторону будущего зародыша. Продолжающееся размножение клеток бластодермы приводит к впячиванию срединной части зародышевой полосы с последующим смыканием над местом впячивания наружного слоя. Так полоса дифференцируется на зародышевые слои — эктодерму и мезодерму. Энтодерма образуется за счет оставшихся в яйце неиспользованных ядер дробления.

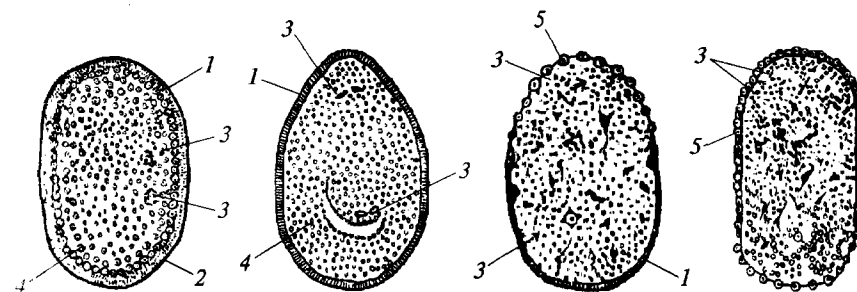


Рис. 9. Дробление яйца бабочки:

1 — периферический слой цитоплазмы яйца; 2 — желточная оболочка; 3 — дробящиеся клетки; 4 — желток; 5 — бластодерма

Одновременно происходят **бластокинез**, образование зародышевых оболочек и сегментация. Во время бластокинеза разрастается зародыш. В наружной зародышевой оболочке у многих насекомых образуется пигмент, за счет которого яйца темнеют, что указывает на начавшееся развитие яйца. К моменту значительного развития зародыша оболочки зародыша лопаются, стягиваются на спинную сторону и затем усваиваются вместе с желтком. У некоторых насекомых оболочки сохраняются до конца эмбрионального развития и прорываются при выходе молодого насекомого из яйца. Очень часто они съедаются вместе с хорионом (наблюдается у многих бабочек).

В процессе сегментации зародышевая полоса начинает снова дифференцироваться. Расширяется ее передний конец, образуя головные лопасти; задний конец также становится немного шире. Начинают обозначаться границы члеников тела насекомого — полоса разделяется на 20 члеников, или сегментов (рис. 10).

На переднем конце обособляются 5 члеников, входящих в состав будущей головы насекомого, и 3 грудных членика, за которыми следуют 12 брюшных. Самый передний и задний членики не образуют конечностей, а на всех остальных на брюшной стороне появляются парные бугорки, которые затем преобразуются в те или другие конечности. Впереди возникают зачатки усиков, затем 3 пары ротовых конечностей, далее 3 пары грудных и 11 пар брюшных. Зачатки конечностей сначала все схожи, затем они дифференцируются. Передние конечности превращаются в усики, перемещаясь на спинную сторону. Следующие 3 пары сближаются друг с другом, окружая образовавшееся ротовое отверстие. Соответствующие им членики тела сливаются друг с другом и вместе с двумя передними члениками формируют голову насекомого. При развитии 3-й пары ротовых конечностей можно хорошо видеть, как правая и левая конечности сближаются между собой, образуя нижнюю губу. Грудные конечности удлиняются, образуя ноги. Зачатки брюшных конечностей в скором времени бесследно исчезают (что указывает на происхождение насекомого от многоногих предков), за исключением конечностей 9-го и 11-го брюшных члеников, которые сохраняются у ряда насекомых в виде церков и грифельков. У низших насекомых на 1-м брюшном членике и некоторых других они могут сохраняться в виде специализированных придатков (прыгательная вилка и др.). Брюшные ноги гусениц и личинок пилильщиков также развиваются из зачатков брюшных конечностей.

В большинстве случаев у молодой еще зародышевой полосы на переднем и заднем концах путем втягивания клеток образуются передний и задний зачатки энтодермы, которые затем растут по направлению друг к другу, образуя эпителий средней кишки.

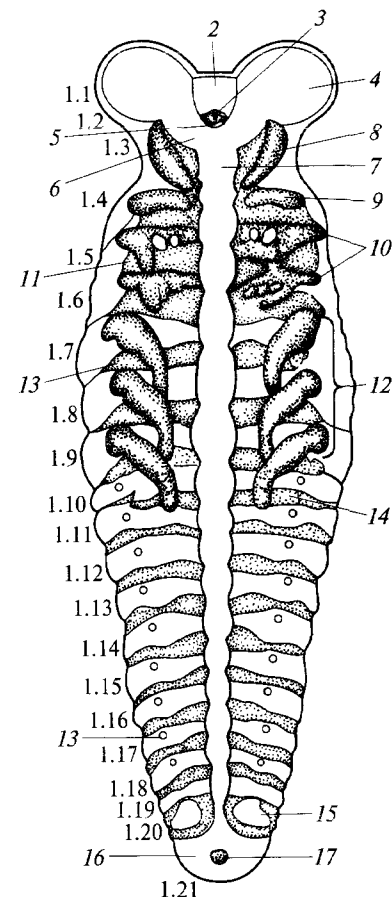


Рис. 10. Зародышевая полоса медведки с брюшной стороны:

1.1 — 1.21 — членики, или сегменты; 2 — верхняя губа; 3 — рот; 4 — передняя часть надглоточного ганглия; 5 — нижний край рта; 6 — средняя часть подглоточного ганглия; 7 — задняя часть подглоточного ганглия; 8 — усики; 9 — верхние челюсти; 10 — нижние челюсти и нижняя губа; 11 — край зародышевой полосы; 12 — грудные ноги; 13 — дыхальца; 14 — брюшные ножки; 15 — церки; 16 — задний членик брюшка; 17 — анальное отверстие

Из эктодермы возникают наружные покровы насекомого, различные железы, дыхательная система, нервная система с органами чувств, протоки половых органов и передняя и задняя кишки с мальпигиевыми сосудами. Полые органы образуются впячиванием эктодермы. Таким образом, кишечный канал формируется из трех отдельных зачатков, и эти три части первоначально не сообщаются между собой. В конце эмбрионального развития устанавли-

ливается сообщение между этими отделами кишечника, но у некоторых насекомых стенка между средней и задней кишками остается даже в личиночной стадии. Эта особенность свойственна тем насекомым, которые живут в качестве паразитов внутри других насекомых (наездники) или находятся в замкнутых ячейках (личинки пчел в сотах). Только перед окукливанием данные отделы кишечника начинают сообщаться, и насекомое может выделить накопившиеся в желудке экскременты. Выделение экскрементов, заключающих мочекислые соединения и другие ядовитые вещества, во время питания личинки отравило бы окружающую среду, т.е. ткани хозяина или мед в сотах, и насекомое погибло бы.

Из мезодермы, дифференцирующейся обычно из энтодермы, образуются мышцы, включая мышечный слой кишечника, жировое тело, кровеносная система и оболочка половых желез. Гонады развиваются из клеток полового зачатка, обособляющихся еще до дифференциации зародышевого слоя.

По окончании формирования зародыша насекомое может вылупиться из яйца или, как у монашенки, сформировавшаяся гусеница остается в течение зимнего периода внутри яйца, и только с наступлением весеннего тепла покидает яйцевую оболочку.

4.3. Метаморфоз и типы развития

Развитие насекомого после выхода из яйца, или метаморфоз, сопровождается большей частью изменениями в его организации. Эти изменения связаны с необходимостью смены экзоскелета, который ограничивает рост личинок. Кроме того, эти изменения, особенно резкие, расширяют спектр адаптивных возможностей насекомых. После выхода личинки из яйца различают следующие стадии развития: личинка, куколка, имаго.

Различают два основных типа метаморфоза — развитие с неполным превращением (Hemimetamorphosis) и развитие с полным превращением (Holometamorphosis) (рис. 11).

Метаморфоз всех насекомых сопровождается процессами *гистолиза* и *гистогенеза*. При неполном превращении внутренние изменения протекают постепенно и при переходе во взрослую фазу не сопровождаются коренной перестройкой всей личиночной организации. При полном превращении в процессе гистолиза уничтожаются все личиночные органы.

Распад внутренних органов особенно интенсивен на стадии куколки. Гистолиз не затрагивает нервную, половую систему и спинной сосуд. Продукты гистолиза и имагинальные диски (зачатки имагинальных органов) дают начало новым органам. Определяющую роль при метаморфозе играет эндокринная систе-

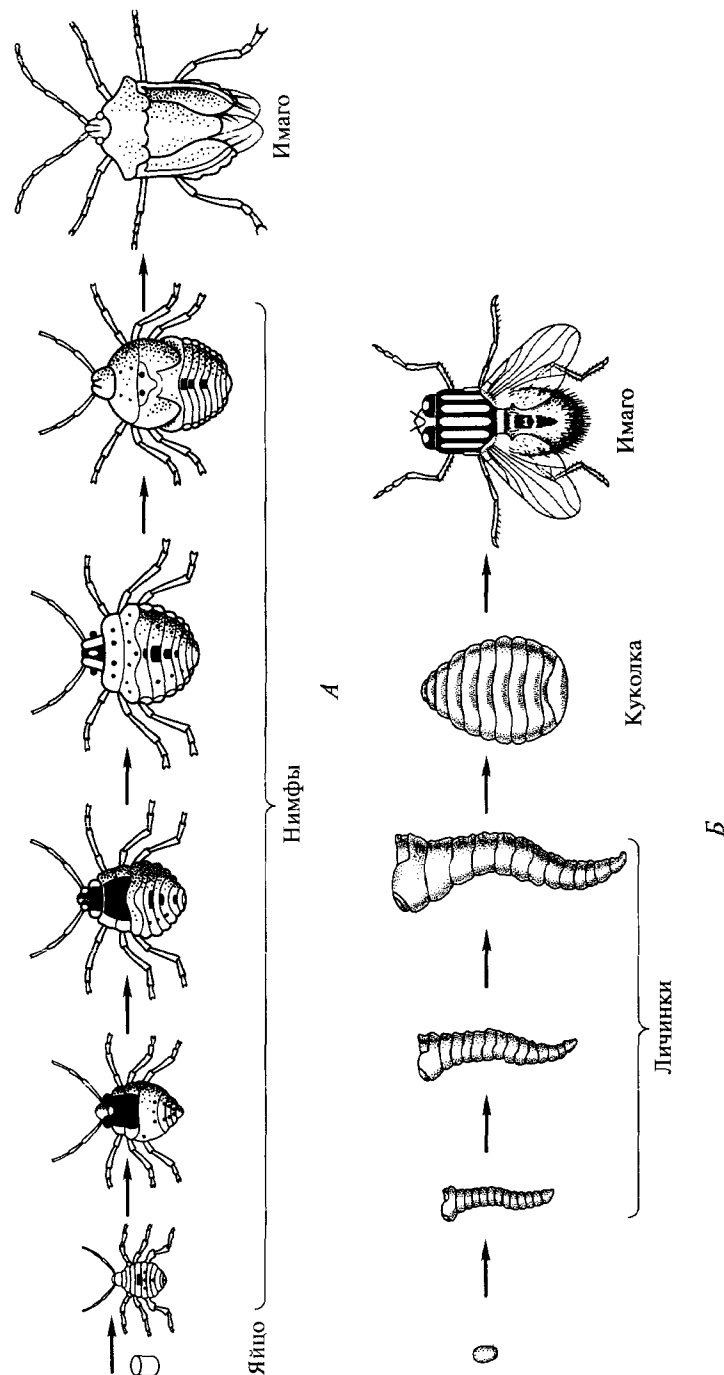


Рис. 11. Основные типы метаморфоза на примере полужесткокрылых (А) и двукрылых (Б)

ма, включающая в первую очередь нейросекреторные клетки головного мозга, кардиальные тела, прилежащие тела и переднегрудные железы. Мозговой гормон через аксоны мозга переносится к кардиальным телам, а они передают его в кровь. Он стимулирует обмен веществ и переднегрудные железы, которые выделяют экдизон — гормон линьки. Экдизон способствует развитию гонад, дифференциации тканей и линьке. Прилежащие тела выделяют ювенильный гормон, который, напротив, препятствует линьке во взрослую фазу и стимулирует рост и развитие личиночных органов. Ослабление прилежащих тел приводит к усилению роли экдизона и линьке во взрослую фазу.

Гистолиз начинается в конце жизни личинки последнего возраста (фаза предкуколки). Такая личинка прекращает питание и движение и часто сокращается в размерах. У насекомых с неполным превращением эта стадия называется фазой прониимфы.

При *развитии с неполным превращением* личинка по своей организации и образу жизни похожа на имаго (имагообразная личинка, или *нимфа*), но есть и отличия. Усики личинок имеют меньшее число члеников. У личинок первого возраста нет крыльев. После первой или второй линьки появляются их зачатки в виде складок кожи на соответствующих члениках груди. После следующей линьки эти зачатки оказываются уже более длинными. С линьками увеличивается число члеников усиков, и постепенно появляются придатки на брюшке (например, яйцеклад у кузнечиков).

Окраска взрослых и молодых нередко резко различается; так, например, у перелетной саранчи личинки (молодые саранчуки) черные, а взрослая саранча зеленая. У клопов наблюдается известное отличие между всеми молодыми стадиями и взрослой формой: у всех стадий, за исключением взрослых, пахучие железы находятся на спинной стороне брюшка, а у взрослых подобные железы имеются на брюшной стороне груди (спинные исчезают).

Такого рода развитие характерно для отрядов полужесткокрылые (Heteroptera), прямокрылые (Orthoptera), хоботные (Rhyncho-), а также для термитов и некоторых других.

Некоторые авторы выделяют частные случаи развития с неполным превращением.

Гипоморфоз — развитие вторично бескрылых насекомых — вшей, пухоедов, бескрылых саранчовых, кузнечиков, сверчков, тараканов, палочников, сеноедов, клопов и др. В этом случае нимфы и имаго из-за отсутствия крыльев малоотличимы друг от друга.

Гиперморфоз является усложнением неполного превращения и характерен для алейродид, трипсов, самцов кокцид. У этих насекомых в конце развития личинок появляется покоящаяся стадия, однако нимфа, так же как и у всех насекомых, развивающихся с неполным превращением, сходна с имаго.

У некоторых групп развитие происходит по типу неполного превращения, но молодые стадии живут в иной среде и поэтому ведут иной образ жизни, чем взрослые формы. Так, стрекозы, поденки, веснянки развиваются в воде, взрослые же формы ведут воздушный образ жизни. В связи с этим организация молодых особей резко отличается от организации взрослых. У личинок (здесь можно уже с полным правом применять этот термин) есть трахейные жаберы, общая форма тела резко отличается от тела взрослых, у личинок стрекоз имеется так называемая маска (сильно видоизмененная нижняя губа) и т.д. Насекомое на предпоследней стадии развития выходит из воды и, линяя, превращается во взрослую крылатую особь с уже открытой дыхательной системой. У поденок окрыленное насекомое еще раз линяет. У другой группы насекомых из семейства цикад (отряд Homoptera) молодые стадии живут в земле, и форма их тела резко отлична от формы тела взрослых: передние ноги копательного типа. После ряда линек личинки их выходят из земли и превращаются во взрослых цикад, которые держатся на деревьях, имеют широкое тело, звуковой аппарат и т.д.

У первично бескрылых насекомых (Apterygota) крылья не развиваются ни у личинок, ни у взрослых насекомых. Подобное развитие называют **эпиморфозом** и подразделяют на анаморфоз и протоморфоз. **Анаморфоз** — развитие, при котором у личинки нарастает число брюшных сегментов, а полное их количество достигается только во взрослой фазе (протуры или бессаяжковые). **Протоморфоз** — развитие, при котором животное линяет во взрослом состоянии, а у личинки отсутствует разделение на грудь и брюшко (шетинохвостки, или тизануровые, подуры и двухвостки, или диплуры).

Развитие с полным превращением гораздо сложнее, чем гемиметаморфоз. Главнейшие обитатели леса — отряды жесткокрылых (Coleoptera), сетчатокрылых (Neuroptera), чешуекрылых (Lepidoptera), двукрылых (Diptera) и перепончатокрылых (Hymenoptera) — это насекомые, развивающиеся с полным превращением. Здесь можно наблюдать три резко отличные стадии: *личинку* (larva), *куколку* (pupa) и *взрослое насекомое*, или *имаго* (imago) (см. рис. 11).

Из яиц выходит существо, совершенно не похожее на имаго. Личинки отличаются червеобразной формой тела, у них большей частью короткие усики, грызущий ротовой аппарат, простые глазки, короткие грудные ноги (нередко ноги совершенно отсутствуют), полностью отсутствуют крылья, у некоторых групп есть брюшные (ложные) ноги. Внутренняя организация личинок также значительно отличается от организации взрослых. Величина и форма отдельных частей пищеварительного канала, расчлене-

ние нервной системы, мускулатура и другие черты не похожи на признаки имаго. У многих личинок (гусеницы и личинки большинства перепончатокрылых) есть особые прядильные, или паутинные, железы, которые играют большую роль в их жизни: из паутины личинки делают коконы, многие гусеницы зимуют в паутинных гнездах, другие свертывают листья паутиной, спускаются на землю на паутинной ниточке и т. д.

У личинки имеются зачатки будущих крыльев, усиков, ног и других частей, но снаружи они незаметны, находятся под кожей в виде так называемых имагинальных дисков, которые представляют собой группы мелких эмбриональных клеток, заключенных в мешочки. Так, у личинок мух на спинной стороне с боков средне- и заднегруди находятся имагинальные диски крыльев и жужжалец; на брюшной стороне во всех трех члениках груди имеются диски ног, на переднем конце личинки — имагинальные диски усиков, глаз, хоботка. У наездников на 8-м и 9-м члениках брюшка есть диски частей яйцеклада. Во все время личиночной стадии эти диски остаются в неизменном виде и только перед окукливанием, когда личинка перестает питаться и двигаться, начинают разрастаться; у личинок с нежными накожными покровами они немного выпячиваются и, наконец, в фазе куколки диски оказываются снаружи.

Личиночная стадия (или **фаза**) — это преимущественно стадия питания, когда в жировом теле накапливаются большие запасы питательных веществ. Образ жизни личинки и взрослого животного различен: так, личинки пластинчатоусых жуков живут в земле — взрослые жуки держатся на деревьях; гусеницы бабочек обитают на различных частях растений — бабочки посещают цветки; личинки комаров населяют водоемы — взрослые летают повсюду, нападая на различных животных и высасывая их кровь. После ряда линек личинка перестает питаться и двигаться, иногда предварительно делая себе кокон или колыбельку, и через некоторое время она превращается в куколку.

Куколка по своей организации ближе стоит к имаго, чем к личинке, так как у нее с большей или меньшей ясностью выступают будущие части взрослого насекомого. У куколки имеется плотный хитиновый покров, затягивающий ротовое и анальное отверстия, она не питается, но дышит. У куколки в большей или меньшей степени заметны части будущего взрослого насекомого (конечности, глаза), имеются довольно большие крыловые зачатки. Куколки могут быть двух типов: **открытые** — конечности и крылья хорошо заметны и отделяются от тела (жуки, перепончатокрылые, двукрылые, сетчатокрылые) и **покрытые** — части будущего имаго плотно прилегают к телу, покрыты общим хитиновым покровом и сравнительно плохо различимы (бабочки).

Куколка обычно малоподвижна, так, у бабочек она может слегка двигать брюшком, если ее зажать между пальцами (признак, по которому можно отличить живую куколку от мертвой). Однако подвижность куколок может быть довольно высокой: у некоторых бабочек куколка производит настолько энергичные движения брюшком, что все ее тело переворачивается с одной стороны на другую (например, у соснового шелкопряда). Куколки некоторых мух, находящиеся в земле, перед выходом имаго прокладывают себе путь для выхода из земли с помощью шпиков и отростков на теле. Куколка верблюдки (*Raphidia*) выходит из-под коры дерева и быстро передвигается на ее поверхности. Куколки комаров энергично плавают в воде.

Куколки могут быть ничем не покрыты, например у божьих коровок, дневных бабочек, или находиться так или иначе в устроенном коконе. Различают коконы трех типов: 1) **настоящие коконы**, сделанные из паутины, как у многих бабочек и пилильщиков, плотные, как у соснового шелкопряда, соснового пилильщика, или рыхлые, состоящие иногда из отдельных нитей паутины, как у монашенки; 2) **ложные коконы**, состоящие из съевшейся и потемневшей несброшенной личиночной шкурки, имеющей форму бочонка, — такие коконы свойственны большинству мух, например тахинам; 3) коконы **из посторонних частиц**, например, склеенные из земли, сооруженные из древесных волокон (*Pissodes notatus*) и т. п. У бабочек коконы нередко образованы из посторонних веществ, соединенных паутиной: из земли, как у зимней пяденицы, из листьев, хвоинок и т. д.

Имаго — следующая фаза развития, во время которой насекомое ведет образ жизни, резко отличающийся от предшествующих двух стадий. Имаго некоторых видов питается, других — только пьет воду или вообще не питается и не пьет, существуя за счет запасов, накопленных личинкой.

Насекомое во взрослой стадии уже не растет и не линяет. Однако непосредственно после выхода из куколки имаго должно расправить крылья; у некоторых жуков окончательная окраска по выходе из куколки еще не выражена: так, надкрылья божьих коровок сначала белые, а затем темнеют и на них появляются точки. У самок некоторых насекомых может сильно раздуться брюшко в связи с развитием яиц (например, у некоторых листоедов, у муравьев).

Видоизменением голометаморфоза является так называемый **гиперметаморфоз** (сверхпревращение), наблюдаемый у некоторых представителей жесткокрылых (семейство нарывники, или майковые, Meloidae), двукрылых (паразитические мухи жужжала — семейство Bombyliidae), веерокрылых (Strepsiptera). Так, у жука шпанской мушки (*Lytta vesicatoria*, семейство Meloidae),

питающегося во взрослом состоянии листьями ясеня и сирени, из яиц выходят личинки, отличающиеся своей подвижностью, имеющие хорошо развитые усики, ноги, глаза и вползающие на цветки. При посещении цветков дикими пчелами личинки цепляются к телу пчел, которые уносят их в свое гнездо. Там личинки сходят с пчелы и живут затем в ячейке сот, где находятся яйцо пчелы, мед и пыльца. Личинка шпанской мушки уничтожает яйцо пчелы и затем питается провизией в ячейке, превращаясь после линьки в толстую едва передвигающуюся личинку с чуть заметными ногами. В дальнейшем она переходит в стадию непитающейся ложной куколки (временный покой), чтобы затем после линьки снова принять прежний вид и наконец превратиться в настоящую куколку, из которой выходит жук. Такое усложнение в развитии связано, очевидно, с переменой в образе жизни личинки и свойственно всем представителям семейства майковых (Meloidae), к которому принадлежат майки, шпанки, нарывники (представители двух последних родов развиваются в кубышках саранчовых).

4.4. Встреча полов, спаривание и появление потомства

Встреча полов и спаривание обеспечиваются системой видоспецифических, т. е. характерных только для данного вида, сигналов, включая звуковые, цветовые, этологические и самое главное — химические. У саранчовых и некоторых кузнечиков звуковые сигналы издают оба пола, а у певчих цикад, сверчков, большинства кузнечиков — только самец. Различия между особями по размеру, окраске и ряду других признаков называются *диморфизмом*. Различия между самками и самцами одного вида называются половым диморфизмом. Яркая окраска некоторых частей тела самцов или самок (крыльев у бабочек, задних голеней у саранчовых) служит цветовым сигналом, привлекающим особей противоположного пола. Наиболее распространенное и мощное средство половой коммуникации — химические сигналы, которые обеспечиваются половыми аттрактантами. Это сложные летучие соединения, действующие в очень малых концентрациях. По некоторым данным, самцы непарного шелкопряда могут реагировать на концентрацию феромонов, выделяемых самкой, до $3 \cdot 10^{-19}$ г вещества в 1 см^3 воздуха.

Оплодотворение составляет важнейшую сторону жизни насекомых и отличается большим разнообразием форм. У низших насекомых, сохранивших связь с влажной средой, живущих в почве или на гнилой древесине, оплодотворение не сопровождается

контактом самки и самца. Самцы рассеивают капельки спермы или сперматофоры, а оплодотворение происходит, когда самка захватывает эти порции семени своими половыми отверстиями. У высших насекомых наружное оплодотворение заменяется внутренним и называется *копуляцией*, или спариванием. У насекомых с неполным превращением (тараканы, богомолы, длинноусые прямокрылые, сетчатокрылые) самец выделяет сперматофор, который самка сразу подхватывает половыми придатками. У высших крылатых насекомых сперматофор или одна сперма вводится непосредственно в половые пути самки. В этом случае у самца имеется специальный половой аппарат (копулятивный орган), который у большинства насекомых служит хорошим систематическим признаком.

У некоторых насекомых спаривание происходит один раз в жизни (например, у пчел), у других повторяется несколько раз (многие короеды, усачи). При этом между копуляцией и собственно оплодотворением яиц может проходить иногда довольно продолжительное время. Например, самки обыкновенных комаров копулируют осенью, но только весной, после питания их кровью, яйца созревают, оплодотворяются и откладываются. Все это время сперма сохраняется в семяприемнике самки.

Время самой копуляции и положение насекомых при этом бывают различны. Так, у наездников копуляция большей частью продолжается всего несколько секунд, тогда как у жуков-листоедов или у майского хруща самец и самка остаются соединенными в течение нескольких часов.

Головами они бывают направлены или в разные стороны, или в одну, причем или самец сидит на самке, или наоборот, как, например, у медведки. В отдельных случаях у насекомых наблюдаются аномалии: одновременная копуляция нескольких самцов с одной самкой или копуляция двух самцов (введение копулятивного органа в анальное отверстие наблюдалось неоднократно у майских хрущей). Нормальным считается соединение особей одного вида, однако же, как и вообще в животном мире, возможна копуляция между разными видами и даже между представителями различных родов. Часто подобная копуляция не ведет к оплодотворению яиц, но в некоторых случаях получаются межвидовые гибриды. В искусственных условиях гибриды получаются сравнительно легко, особенно у многих видов бабочек. Иногда их находят и в природе.

Откладка яиц — основной способ появления потомства у насекомых.

Вылупление из яйца происходит после его откладки. Откладка яиц в большинстве случаев происходит в несколько приемов, разделенных промежутками времени. В некоторых случаях самка

откладывает за один раз известное количество яиц и затем сравнительно скоро погибает (поденки).

Яйца могут откладываться поодиночке, как, например, у сосновой пяденицы, или кучкой (у медведки), или в виде яйцевых коконов или пакетов, образованных выделениями придаточных половых желез (тараканы, саранчовые; у последних откладываются в землю так называемые кубышки). В редких случаях самки выбрасывают яйца из полового отверстия во время полета (бабочка *Hepialus humuli*). В огромном большинстве случаев яйца приклеиваются выделениями придаточных половых желез к различным частям растений (листья, хвоя, кора и т. д.) или к каким-нибудь предметам (камни, заборы и т. д.). В редких для бабочек случаях самка при откладке яиц отделяет волосковидные чешуйки с конца брюшка, прикрывая всю кладку как бы войлоком (непарный шелкопряд и златогузка). Многие насекомые яйцекладом надрезают или прокалывают части растений и откладывают яйца в растительную ткань (пилильщики, орехотворки). Те насекомые, у которых личинки живут в земле, откладывают яйца на землю или в большей или меньшей степени зарываются в землю для яйцекладки. Насекомые, личинки которых являются паразитами, откладывают яйца на тело или внутрь тела своей жертвы. Тем, которые паразитируют на насекомых, живущих под корой или вообще внутри растений, приходится своим яйцекладом прокалывать соответствующую часть растения.

В разнообразных способах откладки яиц у насекомых проявляется забота о потомстве. Прежде всего она выражается в том, что самки отыскивают подходящий субстрат для развития своего потомства. Так, растительноядные насекомые для откладки яиц, как правило, выбирают кормовые растения своих личинок. В качестве наиболее яркого примера заботы о потомстве можно привести способ откладки яиц некоторыми короедами, вбуравливающимися для этой цели в дерево, прокладываящими в нем особые ходы и располагающими свои яйца так, чтобы было обеспечено правильное развитие личинок (по бокам ходов). Общественные насекомые устраивают в своих гнездах особые камеры (муравьи) или ячейки (пчелы) для откладки яиц. У некоторых насекомых самка, отложив яйца, охраняет их (уховертки).

Существуют и другие способы появления потомства или увеличения числа особей на различных стадиях развития.

Живорождение наблюдается у некоторых тараканов, кокцид, трипсов, жуков и мух. В этом случае яйца задерживаются в вагине, и все развитие проходит внутри тела самки. Существует ряд случаев, когда яйца только на некоторое время задерживаются в половых путях, начинают там развиваться, а затем откладываются, как, например, у некоторых мух-тахин; у них же отмечают-

ся случаи яйцеживорождения, когда откладывается яйцо, содержащее вполне готовую личинку, которая тотчас же после откладки покидает яйцевую оболочку. У тлей яйца начинают развиваться еще в яйцевых трубочках (без оплодотворения) и самки производят на свет личинок. Иногда на свет появляется сразу предкуполка.

Партеногенез существует почти во всех отрядах насекомых. При партеногенезе из неоплодотворенных яиц развиваются только самцы (аррентокия) или только самки (телитокия), либо оба пола (амфитокия). При этом партеногенетические особи могут быть гаплоидными или диплоидными (в некоторых случаях полиплоидными). Партеногенез может быть факультативным или облигатным. Факультативный партеногенез с образованием гаплоидных особей характерен для пчел, некоторых паразитических перепончатокрылых, алейродид, трипсов. Факультативный партеногенез с образованием диплоидных особей — у палочников, саранчовых, кокцид, пилильщиков. У хермесов наблюдается циклический партеногенез с чередованием поколений (гетерогония), при этом телитокия чередуется с амфитокией.

Партеногенез повышает потенциал размножения (за счет того, что в увеличении числа особей участвует только один пол), а также шансы на расселение, позволяет преодолеть неблагоприятное воздействие среды.

Педогенез — размножение в фазе личинки. Обнаружен у галлиц, некоторых видов жуков и клопов. В яичниках личинки развиваются партеногенетические яйца, из которых выходят личинки, поедающие тело матери. В этих личинках в свою очередь развивается следующее партеногенетическое поколение.

Полиэмбриония — размножение в фазе яйца, свойственное паразитическим насекомым. Яйцо, отложенное в тело хозяина, разрастается в длинную цепочку, иногда из многих десятков яиц, каждое из которых развивается в личинку и имаго. Это типичный случай бесполого размножения, так как в данном случае воспроизводится гетерогенетическое поколение.

Плодовитость насекомых крайне разнообразна. Обоеполое поколение хермесов откладывает всего одно яйцо, тогда как есть насекомые, откладывающие до 3 000 яиц (майки).

Непосредственной связи между присутствием гонад и вторичными половыми признаками у насекомых нет. Это показывают опыты по удалению зачатков гонад у гусениц. Оперированные личинки развивались во вполне нормальных бабочек, со всеми вторичными половыми признаками самок или самцов (у непарного шелкопряда). Мало того, у кастрированных самцов сохранялось стремление к копуляции, а самки отделяли со своего брюшка волоски, которыми они покрывают отложенные яйца.

Плодовитость контролируется различными экологическими факторами. Под влиянием неблагоприятных условий среды она может существенно снижаться.

4.5. Общественный образ жизни и защитные приспособления

У насекомых хорошо развиты защитные приспособления: *активная защита* и *отпугивание*, *мимикрия* и *криптизм*. Средствами активной защиты обладают пчелы и осы, использующие жало, для этой же цели жужелицы выбрасывают ядовитую жидкость из анального отверстия, а богомол — кровь в виде пены. Бабочка ночной павлиний глаз при приближении птиц раскрывает крылья и пугает их четырьмя громадными глазчатыми пятнами. Лжегусеницы соснового пилильщика с приближением опасности одновременно изгибают тело, принимая S-образную форму и этим отпугивают врагов. Отпугивающей окраской, обычно состоящей из сочетания резких контрастных тонов, обладают божьи коровки, бабочки-пестрянки и многие другие насекомые.

Ряд насекомых, лишенных надежных форм защиты, имеют сходные признаки (окраска, строение и форма тела) с хорошо защищенными насекомыми других видов. Такое явление называют *мимикрией*. Например, безобидные бабочки многих видов стеклянницы похожи на осу, шершня или пчелу и получили за это названия: пчеловидная, осовидная, муравьевидная стеклянницы. Пчел и ос напоминают мухи журчалки, или цветочные мухи.

Среди насекомых очень широко распространены такие приспособительные признаки, как покровительственная окраска и форма и даже поведение, имитирующие предметы окружающей обстановки и делающие насекомых незаметными на фоне своего местообитания. Это явление называется *криптизм* (от греч. *kryptos* — скрытый). Оно помогает особи в борьбе за жизнь. Так, гусеницы пядениц часто имитируют сухие сучки на деревьях, богомолы, кузнечики и гусеницы многих бабочек имеют зеленую окраску под цвет зеленой травы на лугах, крылья у соснового шелкопряда трудно различить на фоне коры соснового ствола, а совка-лишайница почти незаметна на коре дуба. Иногда различные темные и светлые пятна на плоском крыле бабочки похожи на впадины и выпуклости. Тропическая бабочка каллима, или бабочка-лист, замечательно имитирует засохший лист, когда сидит в состоянии покоя со сложенными крыльями. Окраска, форма и поза покоя координированы и составляют целую систему, или криптому. Все описанные выше защитные приспособления широко из-

вестны в биологии и были в свое время использованы Ч.Дарвином при доказательстве теории естественного отбора.

Некоторые группы высших перепончатокрылых и термиты ведут так называемый общественный образ жизни. Они живут крупными семьями. Главное при таком образе жизни — развитие полиморфизма, когда существует несколько внешне различающихся форм одного и того же вида. Эти формы, как правило, приспособлены к выполнению своих особых функций в популяциях или семьях видов. Обычно в одной семье имеются самки, самцы и рабочие особи. В ней есть также одна или несколько половозрелых самок, называемых матками, или царицами. Основную массу семьи составляют неполовозрелые самки, называемые рабочими. Самцы присутствуют в семьях чаще всего только в период спаривания самок. Матка обычно откладывает огромное число яиц. Воспитание потомства поручается рабочим. Все общественные насекомые строят сложные гнезда (см. также подразд. 18.10.).

Механизм полиморфизма у общественных насекомых весьма сложен. Он зависит от обмена пищей между всеми членами семьи (трофотаксис), при котором самкой выделяются особые вещества, тормозящие развитие половых желез у рабочих особей, а также от направленного воспитания личинок и ряда других воздействий.

Одна из форм полиморфизма — образование стадной и одиночной форм у одного вида насекомого, например у саранчовых, кузнечиков и гусениц некоторых видов бабочек. Эти фазы возникают вследствие группового эффекта, т. е. реакции насекомых на увеличение численности популяций. Взаимодействие особей в популяции при их высокой численности отличается от взаимодействия в малочисленных популяциях. При большой плотности насекомых стимулируется нейросекретция, повышается их активность, ускоряется развитие, изменяется окраска, а иногда даже морфологические элементы.

Таким образом, полиморфизм — одна из форм приспособления насекомых к внешней среде, выработанная в процессе естественного отбора.

5.1. Биологические ритмы у насекомых

Биологический ритм — это чередование каких-либо биологических явлений через определенные интервалы времени. У насекомых периоды таких ритмов находятся в диапазоне от долей секунд (ритмическое сокращение мышц, управляющих движением конечностей или создающих импульсы в песне цикад или кузнечиков) до нескольких лет. Возникновение ритмов может быть основано на физиологических и биохимических процессах, происходящих в организме, или быть спонтанным. Ритмы могут соответствовать изменению среды, регулироваться астрономическими и/или погодными факторами (суточные, лунные и сезонные или экзогенные экологические ритмы). Некоторые экологические ритмы не зависят от факторов внешней среды и являются эндогенными. Например, эндогенные суточные ритмы (циркадные или околосоточные) не всегда совпадают с продолжительностью суток. Большинство ритмов имеет двойственную сложную природу и определяется взаимодействием нескольких компонентов.

Биологические ритмы составляют основу выживания насекомых в неблагоприятных условиях среды и, в частности, при сезонных изменениях. Замедление и перерывы в развитии — наиболее обычная форма адаптации к понижению или повышению температуры, недостатку влаги, отсутствию пищи.

Сезонный покой может быть двух типов: экзогенный и эндогенный. В случае экзогенного покоя насекомое прекращает свою активность под непосредственным воздействием критических — высоких или низких — температур или, например, при высыхании почвы. Этот тип покоя характерен для южных насекомых, например для озимых совок, мраморных хрушей. Он наблюдается у ряда тлей, способных перезимовывать на любой стадии развития. Гораздо чаще встречается эндогенный тип покоя, при котором насекомое заранее подготавливается к неблагоприятным условиям среды, подгоняя к этому времени определенную стадию развития и физиологически перестраивая организм. Сигналом для этой подготовки служат факторы среды.

Перестройка организма приводит определенную фазу развития к *диапаузе* — самому глубокому состоянию физиологического

торможения обмена веществ. Для любой диапаузы характерны приостановка или существенное замедление развития самого насекомого или, если диапаузирует имаго, его гонад.

Состояние диапаузы характеризуется целым рядом изменений в основных физиологических процессах. При подготовке к диапаузе накапливаются жиры и другие запасные вещества. Часть влаги удаляется из организма, а остальная переходит в коллоидно-связанное состояние. Повышается осмотическое давление, резко снижается интенсивность дыхания. Протекающие во время диапаузы обменные процессы идут в основном за счет жиров.

Диапауза может быть эмбриональной, личиночной, куколочной и имагинальной. Тип диапаузы не связан с систематическим положением насекомого. Обычно насекомое диапаузирует на той стадии, которая по своему образу жизни или плотности покровов наиболее защищена от внешних воздействий. Так, очень распространена диапауза яиц и куколок, если они находятся в почве или подстилке, или, например, защищены слоями ядовитых волосков, как у непарного шелкопряда и златогузки. Диапауза личинок наблюдается в том случае, если они диапаузируют в почве или внутри тканей растений (коконопряды, усачи, пластинчатосусые). Часто диапаузируют имаго жуков. Жесткие покровы и способность уходить в глубокие укрытия (короеды) — хорошая защита и от хищников, и от неблагоприятных условий.

У моновольгинных видов диапауза включается как необходимый этап развития, а у поливольгинных — только у тех генераций, которые попадают в неблагоприятные условия. В случае длительного развития диапауза неоднократно включается в жизненный цикл (хрущи, сибирский шелкопряд, черные усачи). Довольно часто она наблюдается в пределах одного цикла и зимой, и летом.

Индукция диапаузы внешними факторами — один из наиболее интересных вопросов современной энтомологии. У большинства насекомых бореальных лесов основным фактором, регулирующим момент наступления диапаузы, служит продолжительность светового дня. Дополнительное воздействие оказывают температура среды, качество пищи и плотность популяции, эти факторы могут несколько ускорить или отодвинуть наступление диапаузы.

Реакция организма на длину светового дня в суточном цикле называется **фотопериодической реакцией (ФПР)**. При этом пороговая освещенность очень невелика и соответствует сумеречной — около 1 лк. Благодаря этому на ФПР не сказывается облачность. Помимо реакции на абсолютную продолжительность светового дня имеет значение и градиент его изменения.

Все ФПР можно разделить на количественные и качественные. Качественные изменяют направление жизненных процессов, определяя их

характер по альтернативному признаку «да-нет», например, диапауза — активное развитие. Количественные ФПР контролируют интенсивность биологических процессов в пределах одного состояния. Кроме того, выделяют два типа ФПР — *длиннодневную* и *короткодневную*. При первом типе на длинном световом дне насекомое развивается, а на коротком — наступает его диапауза. Такая ФПР характерна для поливольтинных видов с факультативной диапаузой. Сокращение длины светового дня — предупреждение о приближении осенних и зимних холодов. Короткодневная диапауза возникает при неблагоприятных условиях летом (высокая температура, отсутствие пищи) и характерна для южных видов насекомых. При короткодневной диапаузе именно длинные фотопериоды стимулируют наступление диапаузы. Существуют и промежуточные типы ФПР, когда развитие может протекать лишь в сравнительно узком диапазоне фотопериода (рис. 12).

Чувствительность к ФПР чаще всего проявляется на стадии, предшествующей диапаузе. Так, диапауза на стадии куколки индуцируется в зависимости от режима, при котором были выращены гусеницы.

У большинства насекомых с длиннодневной ФПР повышение температуры приводит к уменьшению критического фотопериода и устраниению диапаузы. Такая возможность позволяет некоторым видам проникать из умеренной зоны в субтропическую, где фотопериод непродолжителен. Усиление ФПР при низкой температуре способствует сохранению вида при наступлении ранней осени.

У видов, занимающих большой ареал, ФПР неодинакова в разных его частях. Например, у шавелевой совки *Acronycta ruticis*, чем север-

нее происхождение популяции, тем больше критическая длина светового дня. Роль ФПР в распространении насекомых чрезвычайно велика. Зачастую именно ФПР, а не температура, влажность или пища является лимитирующим фактором.

Переход от диапаузы к активному развитию называют *реактивацией*. Реактивация, так же как и начало диапаузы, должна быть приурочена к определенному сезону. У большинства видов умеренной зоны развитие возобновляется весной с наступлением устойчивого потепления. В реактивации основным сигнальным фактором становится температура.

5.2. Трофические группы насекомых и их роль в экосистемах

Как известно, комплекс сообществ живых организмов, населяющих экосистемы и характеризующихся определенными взаимоотношениями друг с другом и с абиотическими факторами среды, называется *биоценозом*. Он включает ряд структурных единиц, или сообществ (ценозов). Наиболее крупные из них — сообщество растений (*фитоценоз*), сообщество животных (*зооценоз*), сообщество грибов (*микоценоз*) и сообщество микроорганизмов (*микробоценоз*).

Главную роль в лесном биоценозе выполняет растительное сообщество, или фитоценоз. Состав, структура и другие особенности фитоценоза в значительной мере определяют видовой состав и численность сообществ других организмов, в том числе зооценоза, значимую часть которого составляют насекомые.

Растения относятся к автотрофным организмам; с помощью энергии солнца они способны усваивать неорганические вещества из воздуха и почвы и продуцировать живое органическое вещество, поэтому их называют *продуцентами*. Все остальные группы живых организмов, в том числе насекомые, потребляют органическое вещество, созданное продуцентами, и называются *консументами*. Организмы, потребляющие мертвую органическую массу (трупы, отдельные фрагменты отмерших растений, продукты жизнедеятельности животных и т. п.), делят на *сапрофагов* и *редуцентов*. Сапрофаги — это животные, питающиеся отмершими и гниющими остатками растений и животных. Редуценты, или деструкторы, разлагают органические остатки до минеральных соединений. К редуцентам относится много видов бактерий, простейших и грибов.

Животные, обитающих в лесах, или *лесная фауна*, составляют около половины общего числа наземных животных на Земле, среди них значительная часть представлена насекомыми.

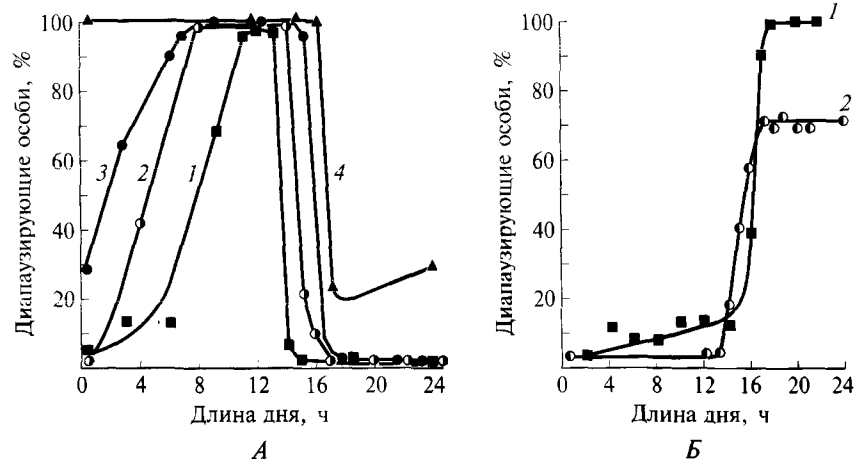


Рис. 12. Фотопериодические реакции насекомых:

А — длиннодневный тип: 1 — листовёртка; 2 — белянка; 3 — шавелевая совка; 4 — колорадский жук; Б — короткодневный тип: 1 — цикада; 2 — тутовый шелкопряд

По пищевой специализации (т.е. по виду используемого пищевого субстрата) насекомых разделяют на несколько экологических или трофических групп. Это прежде всего *фитофаги*, или растительноядные насекомые, — *консументы первого порядка*. Среди них выделяют *дендрофагов* — насекомых, питающихся тканями и органами древесных растений, которые в свою очередь подразделяются на *филлофагов* — потребителей листвы и хвои, например хвое- и листогрызущие насекомые, *ксилофагов*, питающихся древесиной, например короеды, усачи, златки, *бластофагов*, питающихся побегами, и др. Многие из них наносят значительный ущерб лесному хозяйству.

Насекомым фитофагам противостоит огромное число *консументов второго порядка*. Это хищные и паразитические насекомые — энтомофаги, насекомоядные птицы, млекопитающие, регулирующие численность фитофагов.

Значительная часть насекомых относится к *сапрофагам*. Среди них *некрофаги*, питающиеся трупами животных (например, жуки и личинки мертвоедов); *копрофаги*, питающиеся экскрементами животных (например, жуки и личинки навозников); *детритофаги*, потребляющие разлагающийся мертвый органический материал — детрит (например, жуки и личинки рогачей, муравьи-древоточцы и др.). Большой запас растительного детрита в лесу (листовая и древесная опад) определяет особо важную роль детритофагов. На 1 м² лесной почвы встречаются десятки тысяч беспозвоночных животных (простейшие, черви, членистоногие), жизнедеятельность которых ускоряет минерализацию органических остатков. Таким образом, многие насекомые, относимые к категории «вредителей леса», если часть их жизненного цикла проходит в почве (хрущи, бронзовки, шелкоуны, медведки и др.), компенсируют свою вредоносность, участвуя в почвообразовании, удобрении и рыхлении почвы.

Схема разделения насекомых на трофические группы представлена на рис. 13. Это далеко не полный перечень трофических групп насекомых, примером чего служит разделение ксилобионтных (обитающих в древесине) насекомых на более дробные подгруппы, трофически связанные с этапами усыхания и разрушения дерева.

Насекомые — одно из звеньев в общей цепи питания любого биоценоза. Они питаются тканями растений, их постоянно или периодически в огромном количестве поедают птицы, мелкие млекопитающие, особенно из отрядов насекомоядных и летучих мышей, амфибии и рептилии, хищные и паразитические насекомые-энтомофаги. В водоемах насекомые служат кормом для рыб. Полезная роль ряда насекомых, потребителей пыльцы и нектара (многие представители отрядов перепончатокрылые, чешуекры-

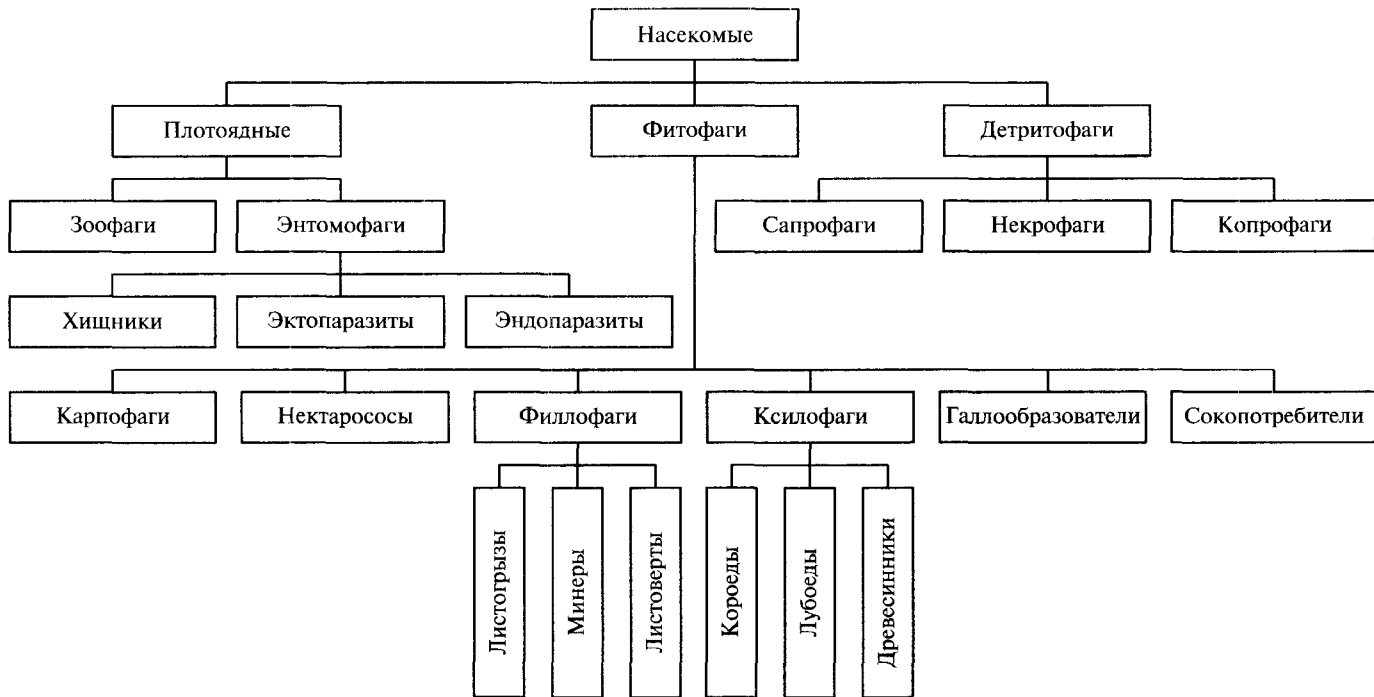


Рис. 13. Схема разделения насекомых на трофические группы

лые, двукрылые и др.) заключается в переносе пыльцы (*антофилии*) и участия в перекрестном опылении растений.

5.3. Взаимодействие насекомых с окружающей средой и ее факторами

Жизнь насекомых проходит под контролем биогеоценоза, частью которого они является. Весь комплекс *факторов среды*, влияющих на насекомых, подразделяют на природные (абиотические и биотические) и антропогенные факторы.

Влияние абиотических факторов среды на насекомых. К *абиотическим* относятся факторы неживой природы, или физические условия среды обитания. Основные из них — температура, влажность и осадки, свет, ветер, почва и климат местности в целом. Под пологом леса складывается и определяет особенности распространения и уровень численности насекомых *фитоклимат*, характерный для определенных условий местопроизрастания и типов леса, его возраста и сомкнутости крон.

Температура влияет на все жизненные процессы насекомых. Если они находятся в состоянии покоя, температура их собственного тела определяется температурой окружающей среды, зависящей от интенсивности инсоляции и местонахождения насекомых. Активная деятельность насекомых ограничена определенным температурным интервалом — между нижним и верхним порогом развития. Нижний температурный порог равен примерно +5...+8 °С, изменяясь у отдельных видов от -1 до +10 °С. При снижении температуры тела насекомого за пределы нижнего порога организм впадает в состояние холодового оцепенения. Верхний температурный порог также зависит от вида и фазы развития насекомого, но не превышает +40 °С, чаще всего находясь в интервале +30...35 °С. За этими пределами насекомые впадают в тепловое оцепенение. В состоянии оцепенения, или депрессии, насекомые не питаются и все их жизненные функции ослабевают.

Дальнейшее понижение или повышение температуры обычно приводит к гибели насекомых. Так, малоснежные и морозные зимы часто вызывают массовую гибель насекомых, зимующих в поверхностных слоях почвы и в подстилке. Понижение температуры воздуха в течение нескольких дней ниже -35 °С может стать причиной гибели зимующих в кроне яиц дубовой зеленой листовертки.

Исключением бывают случаи быстрого охлаждения организма насекомых до очень низкой температуры (-80 °С и ниже), когда цитоплазма затвердевает в виде аморфной стекловидной массы

без образования кристаллов. Такое состояние называется *анабиозом*, при котором полностью приостанавливаются процессы обмена веществ с потенциальным сохранением жизни и возможностью ее последующего восстановления.

Скорость развития насекомых возрастает по мере роста температуры. Однако температурный оптимум развития насекомых, как правило, не совпадает с той температурой, при которой стадии развития завершаются наиболее быстро. При температурах, обуславливающих максимальную скорость развития, повышается и процент смертности. Оптимальная температура, как правило, лежит несколько ниже.

Для развития особям требуется определенное количество тепловой энергии, которая называется *суммой эффективных температур* и складывается из суммы среднесуточных температур, наблюдаемых в данной местности, за вычетом температур меньше нижнего порога развития.

Нижний порог развития для большинства вредителей леса определен экспериментальным путем в лаборатории, поэтому для каждого вида можно вычислить сумму эффективных температур. Если же сумма эффективных температур известна, легко узнать предполагаемую продолжительность развития насекомого в данной местности, а для некоторых видов — определить число поколений в год.

Для определения суммы эффективных температур еще в начале XX в. была предложена формула (В. В. Яхонтов, 1969):

$$X = (T - C)t,$$

где T — температура, при которой совершалось развитие; C — температура порога развития, при этом разность $(T - C)$ выражает эффективную температуру; t — число дней (или часов) развития.

Используя эту формулу, можно оценить возможность и рассчитать скорость развития, а значит, и интенсивность размножения вредителей. Этот подход широко используется в системе карантина растений и при прогнозировании вспышек массового размножения вредителей. В частности, зная среднесуточные температуры для периода развития конкретного вида в определенной местности, можно установить возможное число поколений вредителя. Допустим, что сумма эффективных температур в году равна 3 000 °С, тепловая постоянная 1 000 °С. В этом случае насекомое теоретически может иметь тройную генерацию.

Следует все же иметь в виду, что фактически развитие насекомых идет не при постоянной, а при переменной температуре. Данные средней температуры по показаниям метеорологических станций нередко несколько отличаются от температуры мест оби-

тания насекомого. Кроме того, порог развития и сумма эффективных температур зависят от структуры геногипа популяции в данный период времени, температурных условий, при которых развивались предыдущие стадии, а также от влажности, состояния пищи и т. п. Поэтому метод «суммы эффективных температур» дает только приближенные оценки.

Одни насекомые легко приспосабливаются к большим колебаниям температур и могут существовать в самых разнообразных условиях, другие строго привязаны к узким температурным границам жизни и выдерживают только незначительные изменения температур. У каждого вида наблюдается определенная предпочитаемая температура, которая может меняться на разных этапах развития и при различном физиологическом состоянии организма. Насекомые, тяготеющие к более прогреваемым местообитаниям (опушки леса, изреженные насаждения, южные склоны и т. п.), получили название теплолюбивых, или *термофильных* (златки, непарный шелкопряд, чернотелки и др.).

Температура, в качестве главнейшего элемента климата, во многих случаях определяет *географическое распространение насекомых*. Особое значение имеют пределы выносливости отдельных видов по отношению к высоким и низким температурам, а также суммы необходимых для развития эффективных температур. Если сумма эффективных температур для развития какого-либо вида насекомого больше, чем свойственно данной местности, то в этой местности настоящий вид развиваться не может. Для многих насекомых основной фактор, ограничивающий возможность расширения ареала к северу, — это зимние холода.

Температура — один из важнейших факторов, влияющих на динамику плотности популяций насекомых, особенно на амплитуду ее колебаний. За счет этого температура в значительной мере определяет возможную вредоносность видов в разных частях их ареалов.

Осадки — один из самых мощных факторов среды. Они влияют на насекомых прямо, например, в виде ливня, града, препятствуя их лету и вызывая гибель, или косвенно — через изменение влажности тканей растений и почвы, при недостатке зимних осадков — вымерзание зимующих в почве насекомых. В годы сильных засух нарушается водный баланс растений, что приводит к снижению сомяного и осмотического давления и ослаблению защитных функций деревьев, а это способствует их повреждению растительноядными насекомыми. Рост численности многих лесных насекомых часто связывают с наступлением засушливой, а для некоторых видов — влажной погоды. Так, появление непарного шелкопряда чаще наблюдается после засушливых лет, а мошашенки — во влажные годы.

Влажность воздуха, почвы и кормового субстрата влияет на скорость развития насекомого. Действие влажности на насекомых тесно связано с другими факторами, особенно с температурой. При высокой температуре высокая влажность препятствует теплорегуляции, а при низкой — может снижать холодостойкость насекомых. Совместное воздействие температуры и влажности на скорость развития, смертность и другие популяционные характеристики отдельных фаз и стадий насекомого изображается графически в виде *термогигрограмм*, где на горизонтальной оси отложена определенная температура среды, а на вертикальной оси — ее влажность (рис. 14).

Климатограммы могут быть построены для одного и того же вида для разных местностей или для разных лет одной и той же местности. При этом используются средние месячные температуры и суммы месячных осадков. Сравнение климатограмм позволяет оценить опасность размножения вредителей в разных местностях или в разные годы с отличающимися погодными условиями.

По отношению к влажности среды насекомые делятся на влаголюбивых (*гигрофильных*) и сухолюбивых (*ксерофильных*). Промежуточное место занимают средневлаголюбивые виды (*мезофильные*). Гигрофилы обитают во влажных типах леса, внутри

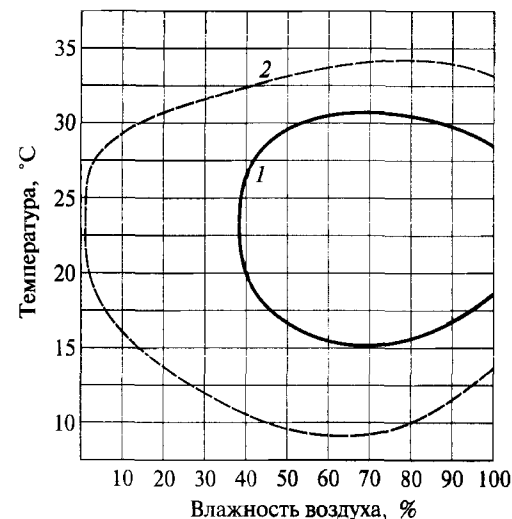


Рис. 14. Термогигрограмма жизнеспособности яиц шавелевой стрелчатки:

1 — полная выживаемость; 2 — полная смертность

влажных почв, влажной древесины, а ксерофилы занимают наиболее сухие местообитания. Насекомые могут существовать только при известной влажности воздуха, которая тесно связана с количеством осадков и температурой. Для каждого вида существуют свои критические пределы, за которыми начинается депрессия организма, а затем гибель. При относительной влажности ниже 15 % большинство насекомых погибает.

Свет оказывает большое влияние на поведение насекомых, которых можно по времени активного полета и питания подразделить на дневных, ночных и сумеречных. Так, бабочки совок активны ночью, жуки майского хруща — в сумерках после заката солнца, большинство дневных булавоусых бабочек — нимфалиды, парусники, голубянки, сатиры, перепончатокрылые и некоторые жуки (усачи, златки и др.) — активны в дневные часы. Для каждого вида насекомых можно выделить время суток с наибольшей активностью. Различают светлюбивых и тенелюбивых насекомых. Златки активны только при ярком свете и поселяются на хорошо освещенных деревьях по опушкам и в изреженных насаждениях, а многие короеды предпочитают леса с высокой сомкнутостью крон и встречаются на затененной стороне стволов. Светлюбивые виды обычно и теплолюбивы. Насекомые реагируют также на длину дня. Смена дня и ночи в определенных соотношениях регулирует их жизненный цикл. Уменьшение длины дня приводит к торможению их роста и к диапаузе.

Ветер часто определяет погоду и тем самым косвенно влияет на поведение насекомых, их миграцию и размещение в насаждениях. Он играет большую роль в распространении насекомых. Известны случаи переноса ветром тлей, молодых гусениц непарного шелкопряда, бабочек и др. Ветер раскачивает и ослабляет опущенные деревья, вызывает бурелом и ветровал, что способствует возникновению очагов стволовых вредителей.

Почва — среда обитания очень многих видов насекомых, которые вместе с другими многочисленными представителями беспозвоночных (дождевые черви, многоножки, пауки, клещи и др.), микроорганизмами и грибами участвуют в процессе почвообразования. Среди них, кроме вредителей корневых систем растений (личинки майского и других хрущей, чернотелок и шелкоунов), встречаются хищники (личинки жужелиц, мух ктырей и др.) и сапрофаги (личинки бронзовок, навозников и др.); сапрофаги перерабатывают растительный опад и рыхлят почву. Многие насекомые используют почву как временное убежище для зимовки, укрытия от неблагоприятных условий погоды, окукливания и пр.

Разные виды насекомых предпочитают определенные по механическому составу и типу почвы, поэтому могут служить инди-

каторами при диагностике почв. Температура, влажность, кислотность почвы, ее механический состав определяют видовой состав почвообитающих насекомых и влияют на их численность. Границы вертикального распространения насекомых в почве связаны с расположением корневых систем и насыщенностью почв гумусом. В богатых гумусом почвах фауна насекомых обильнее и разнообразнее, и они проникают в более глубокие слои почвы.

Очень богаты видами население лесной подстилки. Лесная подстилка предохраняет почву от промерзания и способствует выживанию насекомых. В ней обитают жужелицы, коротконадкрылые, шелкоуны и другие жуки и их личинки, там же зимуют или окукливаются многие чешуекрылые.

Важную роль в жизни насекомых играет **электромагнитное поле**, в частности магнитное поле Земли. Экспериментально установлено, что некоторые виды насекомых ориентируются по магнитным силовым линиям. Например, взрослые мухи-саркофаги, если им не мешает ветер, после полета садятся, располагая продольную ось тела в направлениях север — юг или восток — запад. Это направление, занятое при посадке, они стараются сохранить и потом. Меняют направление оси тела саркофаги резкими прыжками с поворотом 90 или 180°. Ориентация в зависимости от силовых линий магнитных полей отчетливо проявляется и у термитов. Мушки-дрозофилы скапливаются у северного и южного полюсов магнита. В опытах показано, что майские жуки (*Melolontha melolontha*), находясь в чашках Петри в искусственно созданном магнитном поле, останавливаются в двух положениях, взаимно перпендикулярных оси их тела и определенных по отношению к силовым линиям этого магнитного поля. При этом предпочитаемые секторы чашки не постоянны, а меняются во времени, перемещаясь в направлении часовой стрелки. Исследуя воздействие электромагнитного поля линий электропередач на короедов, ученые Санкт-Петербургской лесотехнической академии установили, что в зависимости от расстояния до ЛЭП и от направления расположения по отношению к ней лежащих деревьев заселение их еловыми короедами, типографом и гравером происходит с разной интенсивностью. Очень сильные магнитные поля подавляют активность насекомых.

Однако в целом этот вопрос остается малоисследованным, но весьма интересным, особенно с точки зрения разработки новых методов борьбы с вредителями.

Вопреки распространенному мнению насекомые довольно чувствительны к **воздействию радиационного излучения**, особенно по сравнению с другими дендропатогенными организмами, грибами и нематодами. Дозы облучения в интервале от 1 до 50 кРад (1 Рад = 0,01 Гр), полученные в течение одного часа или быстрее,

для всех исследованных видов насекомых летальны. Наиболее устойчивые к радиации формы развития — имаго и куколки. Из лесных вредителей устойчивостью отличаются стволовые вредители — жесткокрылые, особенно короеды и долгоносики. Рогохвосты, усачи и чешуекрылые погибают при гораздо меньших дозах. Но и первые быстро погибают при дозе 12 кРад. Еще меньшая доза (1 кРад) нужна для стерилизации имаго. Следует отметить, что по данным, полученным Санкт-Петербургскими учеными Радиового института и Лесотехнической академии, для уничтожения сосновых нематод (карантинный вредитель, имеющий серьезное экономическое значение) необходима доза в 500 кРад, а деревоокрашивающие грибы — возбудители синевы — погибают только при дозе не менее 700 кРад. Благодаря этим сведениям можно сделать вывод о том, что использование гамма-излучения — перспективный метод стерилизации древесины, особенно для борьбы с насекомыми, являющимися техническими вредителями и карантинными объектами.

Взаимодействие с биотическими факторами среды. К биотическим факторам относятся факторы живой природы. Их влияние зависит от характера взаимосвязи насекомых с другими организмами и между собой.

Самое существенное влияние на все жизненные процессы насекомых оказывает *пища* — важнейший биотический фактор. По характеру питания насекомые делятся на ряд экологических, или трофических, групп, о некоторых из них уже упоминалось ранее. Это *растительноядные* насекомые, или фитофаги (короеды, саранча, гусеницы бабочек и др.), и *плотоядные* (жукилицы, личинки многих мух, наездников и др.), питающиеся и выкармливающие своих личинок насекомыми и другими беспозвоночными. *Сапрофаги* (жуки и личинки рогачей, мертвоедов, личинки мух-древесниц и др.) используют в пищу ткани мертвых растений и животных. *Копрофаги* (жуки и личинки навозников) перерабатывают в перегной экскременты животных. *Нектарососы и пыльцееды* (бабочки, многие жуки, осы и пчелы) питаются нектаром и пыльцой цветков, *кровососы* (самки комаров, слепни) — кровью теплокровных животных и человека. В лесах встречаются представители разных трофических групп насекомых, в лесных экосистемах они участвуют в цепях питания и круговороте веществ.

Специализация питания растительноядных насекомых развивается на основе химических и биологических особенностей растений, служащих им пищей. С каждой древесной породой связан определенный комплекс видов насекомых. Это вредители плодов и семян, почек, листьев, ветвей, стволов и корней. Иногда при недостатке корма или в определенных географических ус-

ловиях обитатели листьев начинают повреждать плоды или почки, вредители ветвей переходят на стволы и даже корни.

Количественно пищевая специализация может быть охарактеризована числом используемых для питания видов древесных растений. По пищевой специализации различают *однойдных*, или *монофагов*, повреждающих только один вид растений (зеленая дубовая листовёртка, сосновая пяденица, березовый заболонник и др.), *ограниченноядных*, или *олигофагов* (ивовая волнянка, боярышниковая листовёртка и др.), и *многоядных*, или *полифагов* (например, непарный шелкопряд, монашенка и др.). Среди вредителей древесных пород преобладают олигофаги. Монофаги встречаются относительно редко, а полифаги более обычны, но развиваются на разных породах неодинаково. Так, непарный шелкопряд повреждает около 300 видов растений, но дает жизнеспособное плодовитое потомство только при питании на некоторых из них, близких между собой по биохимическому составу листьев.

Количество и качество съеденной пищи оказывают влияние на физиологическое состояние насекомых и прямо связаны с биологическими показателями их развития. Наиболее предпочитаемые насекомыми растения становятся для них самыми питательными. На этих растениях насекомые быстрее заканчивают свой цикл развития, дают более плодовитое потомство и имеют максимальную выживаемость. Так, гусеницы сибирского шелкопряда питаются всеми хвойными породами лесов Сибири. Однако лучше всего они растут и развиваются на хвое лиственницы, дают при этом самые крупные куколки, из которых выходят наиболее плодовитые бабочки.

В процессе совместной эволюции у насекомых-фитофагов и их кормовых растений выработались взаимные приспособления, на основе которых у растений формируется *устойчивость по отношению к вредителям*, сопровождающаяся анатомо-морфологическими, биохимическими, физиологическими и другими особенностями. Известно, что хвойные породы менее устойчивы к повреждениям насекомых, чем лиственные. А среди хвойных пород менее устойчивы к повреждениям хвои темнохвойные, более устойчивы светлохвойные и самая устойчивая среди хвойных лиственница, приспособленная к ежегодной смене хвои. Существуют виды и формы древесных пород, устойчивые к отдельным видам насекомых. Так, сосна крымская меньше, чем сосна обыкновенная, повреждается подкорным сосновым клопом, сосновыми пилильщиками, побеговьюнами и др. Ясень зеленый меньше, чем ясень обыкновенный, страдает от древесницы въедливой. Дуб поздней формы менее подвержен нападению дубовой зеленой листовёртки, чем дуб ранней формы. У разных древесных пород неодинаковая *резистентность*, или *выносливость*, способность

восстанавливать поврежденные органы. Например, тополь, сильно повреждающийся очень многими стволовыми насекомыми, быстро образует каллус и зарастивает возникшие раны. Дуб быстро восстанавливает новую листву из спящих почек, сосна наращивает обкусанные личинками хрушей корни.

От устойчивости отдельных деревьев следует отличать таковую у целых насаждений. Она определяется не только свойствами древесных пород, составляющих насаждение, но и особенностями насаждений: возрастом, составом и соотношением древесных пород, структурой древесного полога, степенью сомкнутости крон, условиями местопроизрастания, интенсивностью и характером ухода за насаждениями.

Насекомые населяют все ярусы растительности, живут в подстилке и в почве. Чем сложнее состав насаждений, тем богаче в нем фауна фитофагов. Ослабленность кормового растения приводит к потере им устойчивости и созданию наиболее благоприятных условий для развития насекомых, питающихся тканями такого растения. Физиологически ослабленные растения имеют низкое смоляное и осмотическое давление, выделяют мало веществ, убивающих насекомых, биологическая активность их падает; меняется химизм тканей в благоприятную для насекомых сторону. При питании на физиологически ослабленных кормовых растениях у насекомых сокращаются сроки развития, ускоряется рост, повышаются выживаемость и плодовитость. При питании на устойчивых растениях гибнет большая часть нападающих на растения насекомых, они заливаются смолой, соками, погибают от воздействия фитонцидов. Поэтому повышение устойчивости деревьев — эффективное средство ограничения численности вредителей.

Большое влияние на насекомых оказывают **межвидовые отношения**, складывающиеся с другими организмами и сообществами. Межвидовые отношения у насекомых чаще всего проявляются в виде симбиоза, паразитизма и хищничества.

Симбиоз — обоюдно полезное сожительство разных видов насекомых. Так, муравьи питаются сахаристыми выделениями тлей и защищают их от врагов. Формы симбиоза очень разнообразны. Иногда он бывает полезен только одному из двух партнеров, но не вреден другому. Например, некоторые виды насекомых укрываются в гнездах муравьев и златогузки.

Насекомые — одно из звеньев в общей цепи питания любого биоценоза. Они уничтожают растения, питаются за счет различных животных, особенно в пределах своего класса, сами служат объектом истребления и средством питания для других животных.

Насекомых-энтомофагов по способу питания разделяют на хищников и паразитов. **Паразитизм** характеризуется питанием

одного вида насекомого за счет тканей, соков или переваренной пищи другого. Обычно паразиты не убивают своего хозяина, а связаны с ним на значительном протяжении жизненного цикла. **Хищничество** отличается от паразитизма тем, что жертва сразу погибает от нападающего на нее хищника, он убивает, а затем поедает свою жертву. Хищники охотятся за гусеницами бабочек, истребляют яйца, личинок и куколок насекомых в их ходах и гнездах. Комплекс паразитов и хищников отдельных видов насекомых может включать несколько десятков видов, они значительно снижают численность популяции хозяев.

Лесные насекомые погибают также от многочисленных **грибных, бактериальных и вирусных болезней**. Часто при высокой плотности популяции какого-либо вредителя леса возникает эпизоотия — массовое заболевание, при котором гибнет значительная часть или почти вся его популяция.

Внутривидовые отношения в популяциях одного вида насекомых могут иметь как положительное, так и отрицательное влияние на их численность. Положительное влияние часто проявляется при совместном освоении кормового ресурса у фитофагов и подавлении сопротивляемости растения благодаря массовому нападению на него. Пример этого — атака короедов на еще жизнеспособные деревья, при которой растение вынуждено расходовать большее количество смолы для заливки их входных отверстий и тем самым снижает свою устойчивость. Отрицательное влияние внутривидовых отношений проявляется в виде конкуренции особей за кормовой ресурс или места обитания. При высокой плотности популяции меньшая обеспеченность популяции вида кормовыми ресурсами вызывает повышенную смертность насекомых и снижает их жизнеспособность, массу тела, плодовитость.

Особое и сильное воздействие на протяжении периода существования человеческой цивилизации на все компоненты живой природы, в том числе и на популяции насекомых, как известно, оказывают многообразные **антропогенные факторы**.

Влияние антропогенных факторов на насекомых. Человеческое общество своей деятельностью вызывает глубокие изменения природных комплексов. Уничтожение естественных экосистем, создание агро-, урбо-, техноэкосистем; интродукция новых видов растений, воздействие на естественные лесные экосистемы путем мелиорации, разнообразных рубок, загрязнения, рекреации, глобальные воздействия на биосферу — вот далеко не полный перечень антропогенных воздействий, которые за последние 200 лет перешли в разряд основных средообразующих факторов и факторов эволюции живых организмов.

Антропогенные факторы могут воздействовать на насекомых через изменение состояния и структуры экосистем, включая аби-

отические и биотические факторы, т.е. изменение микроклиматических условий, химического состава среды обитания, состояния растений, которыми питаются насекомые, видового состава и численности паразитов и хищников и других факторов. Эти воздействия могут проявляться как в процессе онтогенеза, т.е. на организменном уровне, так и на популяционно-видовом и ценоцическом уровнях. На организменном уровне ответные реакции насекомых выражаются в изменении химического состава тела и накоплении загрязняющих веществ, изменении характеристик развития (продолжительность развития, плодовитость, различные нарушения или изменения метаболизма), появления аномалий развития и изменений поведения. На популяционно-видовом уровне меняется генетическая, пространственная, возрастная и половая структура популяций и, что наиболее важно для лесозащиты, меняется динамика плотности популяций. На биоценоцическом или системном уровне рассогласовываются сроки развития отдельных видов и нарушаются трофические цепи.

Для вредителей леса наиболее важный фактор — по-видимому, изменение структуры фитоценоза, видового и возрастного состава древостоя и состояния отдельных деревьев под воздействием антропогенных факторов. Резкие изменения такого рода могут происходить после рубок, пожаров (более 80 % пожаров возникает по вине человека), изменения уровня грунтовых вод в процессе хозяйственной деятельности. Загрязнение и уплотнение почвы, загрязнение воздуха и другие факторы приводят к снижению устойчивости растений, создавая благоприятную среду для размножения насекомых. Широко известны вспышки массового размножения алтайского усача в лиственничниках, пройденных пожарами, пихтового усача в древостоях — зонах техногенного воздействия, лубоедов в сосняках, подверженных интенсивным рекреационным нагрузкам. С другой стороны, подобные воздействия могут вызывать неблагоприятные для развития насекомых биохимические изменения в составе древесных растений. Например, при сильном промышленном загрязнении воздуха соединениями серы и фтора резко снижается содержание азотистых соединений и сахаров в листьях, делая их малопригодными для листоядных насекомых. Луб пройденных пожаром древостоев зачастую быстро высыхает, становясь непригодным для развития короедов.

Искусственные биоценозы, агроэкосистемы или лесные экосистемы, созданные за счет лесных культур, отличаются тем, что в них искусственно поддерживается резкое доминирование какого-либо одного вида растения, например сосны обыкновенной или ели. Несмотря на обедненность фитоценоза, в таких экосистемах формируется сложный, иногда сбалансированный энтомокомплекс, насчитывающий сотни видов. Однако опасность доми-

нирования одного из видов вредителей остается чрезвычайно высокой. Например, культуры сосны очень часто становятся местом размножения пилильщиков, хрущей, слоников, сосновой пяденицы, сосновой совки и других вредителей. Устойчивость агроценозов может быть повышена за счет граничащих с ними естественных экосистем, где богаче и разнообразнее комплексы хищников и паразитов. Весьма эффективно введение в культуру дополнительных видов растений, особенно если речь идет о лесных экосистемах.

Ответными реакциями насекомых на популяционном уровне могут быть адаптации к некоторым, в первую очередь химическим, воздействиям. Появление рас или микропопуляций насекомых, резистентных (устойчивых) к некоторым химическим инсектицидам, известно давно. К 1958 г. приобретенная устойчивость к хлороорганическим и отчасти фосфорорганическим инсектицидам была установлена уже у 27 видов насекомых, переносящих возбудителей заболеваний человека, и у многих насекомых, повреждающих культурные растения и хранящиеся в амбарах и складах семена; причем эти насекомые принадлежат к самым разным систематическим группам: тлям, цикадкам, клопам, жукам, двукрылым, чешуекрылым. К 1964 г. устойчивость к различным инсектицидам и акарицидам отмечена уже у 140 видов насекомых и клещей. Формирование устойчивых популяций по отношению к синтетическим органическим инсектицидам завершается, как правило, на протяжении 10—20 поколений, а к неорганическим — в течение 50—100 поколений.

В последние годы выявлено и возникновение адаптаций насекомых к воздействию промышленных выбросов, в частности соединений фтора. Так, например, за 20 лет в зоне промышленного загрязнения выбросами Братского алюминиевого завода сформировалась устойчивая к ним популяция осинового проворной моли *Anacampsis populella*. В условиях техногенного воздействия успешно развиваются многие виды стволовых насекомых. Так, в окрестностях города Мончегорска в зоне сильного воздействия выбросов металлургического производства широко распространены большой сосновый лубоед (*Tomicus piniperda*), фиолетовый (*Hylurgops palliatus*) и черно-бурый лубоеды (*H. glabratus*) и некоторые другие.

Широко известны примеры приобретения некоторыми бабочками специальной покровительственной окраски вблизи промышленных центров. Это явление получило название промышленного меланизма. По мнению ряда авторов, оно заключается в образовании наследственных форм, имеющих значительно более темную окраску, чем у исходной формы. Это создает преимущество для меланистических особей за счет лучшей маскировки на

стволах деревьев. Впервые индустриальный меланизм был установлен в 1848 г. у березовой пяденицы *Biston betularia* в Манчестере, немного позднее в графстве Йоркшир и соседних с ним графствах в Англии. К настоящему времени известно уже свыше 70 видов бабочек, у которых вблизи индустриальных центров (особенно Англии) появились наследственные темноокрашенные вариации, постепенно вытесняющие светлые формы. Однако последние исследования показывают, что гусеницы, дающие меланистические, т. е. темноокрашенные, формы имаго, более устойчивы к воздействию ряда других факторов, в частности, загрязняющих веществ и низких температур. По-видимому, именно устойчивость к техногенным выбросам, а не покровительственная окраска обеспечила преимущественное выживание темноокрашенных особей. Так, в зоне интенсивного воздействия выбросов Братского алюминиевого завода (Иркутская область), где основные загрязняющие соединения — производные фтора, не дающие сажи и копоти, цвет стволов деревьев не меняется (стволы берез сохраняют свой белый цвет). Но при этом все бабочки березовой пяденицы в окрестности завода темного или даже черного цвета. Такое явление получило название адаптации.

На популяционно-видовом уровне один из важнейших аспектов воздействия антропогенных факторов на насекомых — расселение видов насекомых транспортными средствами и перемещениями людей при установлении торговых связей. Проникновение новых видов за пределы их естественных ареалов называют *инвазией*. Многих насекомых могут переносить из одной местности в другую на саженцах и сеянцах древесных растений, с крупномерным посадочным материалом, в клубнях и луковицах растений, в букетах цветов, в багаже и на одежде людей, на транспортных средствах — автомобилях, вагонах, кораблях. Из литературных данных известно, что за 20 первых лет существования Ленинградской карантинной лаборатории Министерства сельского хозяйства СССР (1931 — 1951) при инспектировании импортных растительных грузов было отмечено 9 084 случая обнаружения насекомых самых разных отрядов, особенно жуков и кокцид (подробнее проблема карантинных вредителей рассмотрена в гл. 21 настоящего учебника). Как пример антропогенного влияния на насекомых можно назвать также интродукцию и акклиматизацию энтомофагов вредителей растений. Так в Соединенные Штаты Америки к 1956 г. было завезено из других стран около 500 видов паразитов и хищников вредных насекомых, влияющих на численность более чем 90 видов.

Некоторые виды насекомых одомашнены человеком, например пчела (*Apis mellifera*), тутовый шелкопряд (*Bombyx mori*), дубовый шелкопряд (*Antheraea pernyi*). Человеком выведены и

новые, не встречавшиеся в природе породы домашней пчелы и тутового шелкопряда, которые наиболее полно отвечают его потребностям.

Для учебных и научно-исследовательских целей ряд насекомых размножают в лабораторных условиях, используя их в качестве лабораторных культур. Лабораторными насекомыми во многих случаях являются черные тараканы (*Blatta orientalis*), комнатная муха (*Musca domestica*), плодовая мушка (*Drosophila melanogaster*) и др. Лабораторные культуры насекомых широко применяются в биологическом методе защиты растений от вредителей, например, для искусственного размножения *Trichogramma evanescens* — паразита яиц вредных бабочек — и других видов этого рода, для культивирования вирулентных бактерий (например, бактерии *Bacillus thuringiensis* для борьбы с сибирским шелкопрядом) и энтомопатогенных грибов (например, гриба белая мюскардина — *Beauveria bassiana* и других видов этого рода).

Под влиянием человеческой деятельности создалась особая фауна *насекомых-синантропов*, характерная для населенных пунктов — деревень и городов, домов и людей, помещений для скота, амбаров, складов, дворов, улиц. Домашние животные и сам человек подвергаются нападению паразитических и кровососущих насекомых. В жилых помещениях обитают черный и рыжий тараканы (*Blatta orientalis*, *Blattella germanica*), комнатные мухи (*Musca domestica* и др.), платяная моль (*Tineola biselliella*), постельный клоп (*Cimex lectularius*) и многие другие. При этом их отрицательная роль очень велика. Так, постоянный или частый контакт некоторых паразитических видов насекомых с человеком и домашними животными привел к образованию среди этих насекомых специфических переносчиков инфекционных заболеваний.

Специфическими паразитами человека являются, например, головная и платяная вши (*Pediculus capitis*, *P. vestimenti*) — переносчики сыпного тифа, специфическими паразитами лошадей — конский власоед (*Trichodectes pilosus*), лошадиная вошь (*Haematopinus macrocephalus*); крупного рогатого скота — коровий власоед (*T. bovis*) и др. Хорошо известно распространение домашними мухами дизентерии и брюшного тифа, укусы слепней (семейство Tabanidae) открывают дорогу бактериальной инфекции. Фауна синантропных насекомых довольно значительна и варьирует в разных климатах и при разных степенях культуры человека.

5.4. Особенности распространения насекомых

Насекомые — широко распространенная группа животного населения. Для своего поселения они освоили практически все ме-

стообитания суши и морские и пресноводные водоемы, где каждому виду и каждой группе видов свойственны самые разнообразные экологические ниши.

В зоне своего распространения каждый вид насекомых встречается неравномерно и представлен более или менее прерывистыми поселениями, занимающими местообитания, обеспечивающие встречу полов и размножение вида. Каждое такое поселение представляет собой *популяцию* вида, которая является основной естественной единицей существования, приспособления и воспроизведения вида. Чем шире распространен вид, тем большим числом популяций он представлен.

Ареал — это территория, в пределах которой распространен и проходит полный цикл своего развития данный вид или более крупный таксон. *Местообитание* — это участок территории, занятый частью популяции особей одного вида и обладающий всеми необходимыми для их существования условиями. Местообитание вида — это совокупность отвечающих его экологическим требованиям участков в пределах одного ареала. Ареал называется сплошным, если вид встречается во всех подходящих для него местообитаниях. Иногда у границы своего ареала вид заселяет обособленные участки, которые называются островными местонахождениями. Если территория ареала распадается на несколько разобренных территорий, настолько удаленных, что обмен особями невозможен, то такой ареал называют прерывистым.

Древние виды, имевшие в эволюционном прошлом широкое распространение и сохранившиеся в настоящее время только в немногих местах, называют реликтовыми. Для таких реликтовых видов характерен очень узкий ареал. Узкие ареалы присущи и эндемичным видам.

Чрезвычайно широкий ареал, охватывающий несколько материков, характерен для эврибионтных видов (убиквистов), таких, как озимая совка, сосновые лубоеды, непарный шелкопряд.

Есть виды, ареал которых не имеет границ. Они получили название видов-космополитов. Это, как правило, виды, связанные с человеком, — амбарный долгоносик, головная и платяная вши, домашняя муха. Однако ареал насекомого не всегда совпадает с распространением хозяина. Очень часто ареал насекомого уже.

В прикладной энтомологии для вредителей нередко применяют термин «ареал вредоносности», обозначающий ту часть ареала, на которой вид наносит существенные повреждения растениям. Как правило, он существенно уже всего ареала. Например, сосновый шелкопряд встречается к югу от Санкт-Петербурга, а сосновая совка — в лесах южной Карелии, однако плотность популяций в этих районах у них низкая. Северная граница ареала вре-

доносности этих видов проходит по Новгородской и Псковской областям.

Виды насекомых, легко переносящие резкие колебания изменчивой среды и быстро приспосабливающиеся к новым условиям, называются биологически пластичными, или *эврибионтными*. Биологическая пластичность — очень важное свойство вида, дающее ему некоторые преимущества в борьбе за выживание. Виды насекомых, обладающие большей биологической пластичностью, легче расселяются по территории, выживают и размножаются в разнообразных местообитаниях.

Виды насекомых, обладающие строго определенными требованиями к окружающей среде, называются *стенобионтными*. Они занимают значительно меньшие по площади ареалы — области распространения.

5.5. Динамика численности насекомых

В экологии насекомых центральное место занимает динамика (изменение во времени) численности популяций насекомых, зависящая от комплекса факторов. По типу колебаний численности различают три группы растительноядных насекомых: 1) виды, способные к резким колебаниям численности — вспышкам массового размножения (сибирский коконопряд, короед-типограф и др.), 2) виды, чья численность имеет менее резкие колебания (многие листоеды, некоторые чешуекрылые); 3) виды с более или менее постоянной численностью, к которым относится большинство видов растительноядных насекомых.

Для первой группы видов рост численности популяции часто начинается под влиянием определенной погодной ситуации (для многих видов такой ситуацией становится засуха или другие неблагоприятные для растений погодные факторы). Она вызывает снижение сопротивляемости растений и влияет на биохимический состав и качество корма растительноядных насекомых. При этом территории, где наблюдаются вспышки массового размножения насекомых, называют *очагами их массового размножения*. Очаги могут охватывать разные по площади лесные территории. В зависимости от масштаба они классифицируются на пандемические — охватывающие одновременно леса нескольких регионов, региональные и локальные.

По мере увеличения численности вредителей, которая может возрастать на несколько порядков, постепенно уменьшаются запасы корма, что сказывается на массе тела и плодовитости насекомых, снижается жизнеспособность их популяций, возрастает влияние энтомофагов и болезней. Под влиянием этих факторов

плотность популяции, достигнув максимума, начинает сокращаться, падая до очень низкого уровня.

Основные характеристики популяции живых организмов в биоценозах (*популяционные показатели*) — это плотность, рождаемость, смертность, возрастной состав, характер распределения особей в пространстве и изменение (динамика) этих показателей во времени.

Плотность определяется числом особей, приходящихся на единицу площади или объема. Методы определения плотности популяции разнообразны и зависят от экологии особей данного вида и тех биотопов, которые они населяют. Характер распределения особей, составляющих популяцию, в пространстве может быть равномерным, случайным и скученным. Знание типа распределения особей в популяции важно при оценке ее плотности методом выборки.

Возрастной состав популяции имеет очень большое значение для ее существования и процветания. При благоприятных условиях в популяции присутствуют все возрастные группы и поддерживается более или менее стабильный состав. В быстрорастущих популяциях доминируют интенсивно размножающиеся молодые особи, а в сокращающихся — старые, уже неспособные интенсивно размножаться. Такие популяции малопродуктивны, недостаточно устойчивы. На возрастной состав популяции большое влияние оказывают продолжительность жизни особей, период достижения ими половой зрелости, число генераций. Очевидно, что у многих насекомых, дающих по несколько генераций в год, возрастная структура популяции очень простая, а у долгоживущих — очень сложная.

Рождаемость в популяции определяется прежде всего эволюционным положением вида, его биологией. Низкая плодовитость характерна для тех видов, которые проявляют большую заботу о потомстве. Кроме того, рождаемость зависит от скорости полового созревания, числа генераций в году, соотношения в популяции самцов и самок, обеспеченности кормом, влияния погодных условий.

Смертность в популяции определяется количеством особей, погибших за известный период. Она бывает очень высокой и зависит от условий среды, возраста и состояния популяции. У большинства видов смертность в раннем возрасте всегда выше, чем у взрослых особей. Однако встречаются и такие виды, у которых смертность приблизительно одинакова во всех возрастах или преобладает у особей старших возрастов. Факторы смертности очень разнообразны. Смертность может быть вызвана влиянием физических условий (низкие и высокие температуры, ливневые осадки и град, избыточная и недостаточная влажность и др.),

биотическими факторами (отсутствие благоприятного корма, инфекционные заболевания, враги и т.д.) и антропогенными (загрязнение окружающей среды, уничтожение насекомых, вырубка деревьев и др.).

Рост популяций определяется рождаемостью, смертностью, эмиграцией и иммиграцией. Большинство исследователей полагают, что рождаемость — более постоянная, чем смертность, хотя и очень изменчивая величина. Поэтому и уровень численности зависит главным образом от смертности.

Баланс популяции во времени изучают, пользуясь таблицами выживания, которые дают возможность оценить сравнительное значение каждого фактора смертности в отдельности и выделить критические периоды в течение генерации, определяющие дальнейший ход динамики численности.

Уровень плотности популяций в лесных экосистемах различен и изменчив во времени. Его колебания зависят от многих причин или факторов среды: погоды, обеспеченности кормом и его качества, жизнеспособности популяции, тесно связанной с численностью и активностью действия естественных врагов и возбудителей болезней в биотопе, от состояния и устойчивости повреждаемых (кормовых) пород и др. Для каждого вида лесных насекомых характерны средний уровень численности популяций в биотопах и диапазон ее колебания. Каждому виду присуща определенная оптимальная плотность популяции, отклонения от которой в обе стороны отрицательно сказываются на темпах воспроизводства и жизнедеятельности особей. Колебания численности вокруг оптимального уровня носят разный характер. Они могут быть плавными циклическими и резкими, нерегулярными. Механизм этих колебаний очень сложен и до сих пор трудно прогнозируем.

Для объяснения причин колебания численности насекомых был предложен ряд теорий, не оправдавшихся в своем первоначальном виде. Одни исследователи ведущую роль в регуляции численности фитофагов признавали за их врагами — хищниками и паразитами (*паразитарная теория*), другие считали, что колебания численности обусловлены воздействием на насекомых климатических факторов (*климатическая теория*). Ряд исследователей отдавал предпочтение *кормовым ресурсам* насекомых. По мере дальнейшего развития исследований стали считать, что численность популяции каждого вида насекомого в экосистеме регулируется комплексом факторов (*биоценологическая теория*). В настоящее время наибольшее признание получила *синтетическая теория* динамики численности растительноядных насекомых. Она рассматривает колебания численности популяций как автоматически регулируемый процесс, слагающийся из отклоне-

ний под влиянием случайных воздействий абиотической среды и стабилизирующего действия биотических факторов.

Существует два принципиально различных процесса, определяющих движение численности популяций во времени: модификация и регуляция. Модификация выражает подъемы и спады численности, обусловленные случайными по отношению к популяциям изменениями факторов, функционально не связанными с ее плотностью. Это в первую очередь погодные условия. Они имеют решающее значение при выяснении причин колебания численности и прогнозировании массовых размножений насекомых.

Аномальное развитие отдельных метеорологических элементов может почти мгновенно и очень резко изменить уровень численности популяции. Погодные условия влияют с равной интенсивностью при любой плотности популяции. Так, при очень низкой или очень высокой температуре, ливне или наводнении смертность будет неизбирательной и не будет зависеть от числа особей, она, как правило, будет массовой, и сохранятся лишь отдельные особи в надежных укрытиях. Подъем численности популяции часто обусловлен устойчивым типом погоды, например длительной засухой.

Еще чаще метеорологические условия влияют на численность популяции косвенно, усиливая смертность через другие факторы. Под действием погодных условий сезонные изменения развития кормовых пород могут или совпадать с появлением определенных фаз данного вида насекомого, или не совпадать. Так, в один год выход гусениц дубовой зеленой листовертки совпадает с распусканием почек дуба, а в другие годы наступает раньше, когда почки еще не раскрылись. В этом случае происходит массовая гибель гусениц. В зависимости от выпадающих осадков колеблется интенсивность смоловыделения у сосны. В годы засухи смоляное давление в хвое и почках падает, что ведет к резкому увеличению выживаемости гусениц ряда хвоегрызущих насекомых.

Регуляция численности насекомых заключается в сглаживании возникающих колебаний под действием регулирующих механизмов, которые зависят от плотности популяции и действуют по принципу обратной связи. Регуляторные механизмы объясняют частоту и интенсивность колебаний численности насекомых.

Различают межвидовые и внутривидовые механизмы регуляции численности насекомых. К первым относятся паразиты, хищники и патогены. Многоядные энтомофаги (муравьи, птицы и др.) стабилизируют численность популяции на самых низких уровнях, специализированные паразиты регулируют ее на более высоких уровнях. Численность насекомых около ее высшего предела резко снижают болезни насекомых, возбудители которых вызывают эпизоотии. Если они отсутствуют или действуют недо-

статочно, включаются внутривидовые регулирующие механизмы как результат взаимодействия особей внутри самой популяции. В простейшем виде — это разнообразные формы внутривидовой конкуренции, связанные с прямым и косвенным отрицательным воздействием особей друг на друга.

Большую роль в регуляции численности популяции играют миграции. В связи с миграциями происходят убыль или пополнение популяций, резкие изменения их численности, возникают скопления особей в новых местах. Миграции позволяют популяции расселяться и избегать неблагоприятных условий, которые создаются в результате ее же жизнедеятельности, сохраняться в период депрессии в резервациях и затем быстро накапливаться в соседних с ними насаждениях.

Численность особей популяции зависит также от физиологической разнокачественности особей. Например, вследствие такой разнокачественности ежегодно часть особей рыжего пилильщика, дубовой хохлатки и других вредителей леса уходит в диапаузу в фазе пронимфы и куколки, а остальные особи заканчивают нормальное развитие по одногодичному циклу. За счет этого в одних генерациях происходит быстрое сокращение, а в других — увеличение численности популяции.

На рис. 15 приведены пороги и зоны активности основных механизмов регуляции численности насекомых (по Г. А. Викторову, 1967).



Рис. 15. Пороги и зоны активности основных механизмов регуляции численности насекомых

В зависимости от видовых требований к факторам окружающей среды в каждом лесном сообществе складываются определенные фаунистические комплексы насекомых. При этом популяции отдельных видов лесных насекомых взаимодействуют между собой на определенной территории, занятой каким-либо растительным сообществом. В связи с этим для лесных энтомологов очень большое значение имеют фаунистические исследования комплексов насекомых, в процессе которых выделяются виды доминирующие и сопутствующие, часто встречающиеся, массовые и редкие, а также виды или комплексы видов — индикаторов состояния лесных экосистем.

Колебания численности растительноядных насекомых разных экологических групп и видов имеют свои особенности и закономерности. В учебнике они подробно рассматриваются по отношению к массовым хвое- и листогрызущим и стволовым насекомым.

Глава 6

Систематика насекомых

6.1. Общие сведения

Основная задача систематики, или таксономии, — построение и обоснование системы (классификации) живых организмов и, в частности, классификации насекомых. Конкретные элементы такой системы называются таксонами. Таксоны иерархически соподчинены, т. е. таксоны более низкого ранга входят в состав таксонов более высокого ранга.

Всю совокупность живых организмов принято делить на *виды* — объединения особей, связанных единым генофондом и репродуктивно изолированных от особей других видов (т. е. не способных скрещиваться с ними).

Для выделения видов используют и другие вспомогательные критерии:

1) *морфологический*, характеризующийся отсутствием промежуточных вариантов между двумя формами по каким-либо морфологическим, цитологическим, биохимическим, физиологическим и другим признакам, — это явление называется *хиатусом*;

2) *географический*, основывающийся на анализе структуры ареалов и взаимодействия разных форм (например, можно утверждать, что две морфологически различающиеся формы, обитающие на одной территории и не образующие гибридов, относятся к разным видам).

Видовые названия насекомых состоят из двух латинских слов, первое из которых обозначает род, а второе в сочетании с первым — вид. Буква, стоящая после видового названия, обозначает фамилию автора, описавшего данный вид.

Главными надвидовыми таксонами являются *род, семейство, отряд, класс и тип*. В систематике насекомых используют еще ряд промежуточных категорий: *подрод* (между видом и родом), *триба* (между родом и семейством), *подсемейство* (между родом или трибой и семейством), *подотряд* (между семейством или надсемейством и отрядом), *надотряд, инфракласс* (между отрядом и классом).

Современная систематика базируется на анализе *филогении* различных систематических групп, т. е. на исследовании процесса исторического развития организмов. Этот процесс можно представить в виде филогенетического дерева. Наиболее последова-

тельно и четко принципы построения классификации живых организмов сформулированы в кладизме — филогенетической систематике. Согласно принципам кладизма иерархия таксонов однозначно соответствует иерархии ветвления филогенетического дерева. В идеале классификация живых организмов может быть представлена в виде филогенетического дерева, у которого граница между таксонами более высокого ранга проходит по наиболее раннему времени ветвления. Однако реальная систематика строится не только на этом, но и на других принципах. Учитывается, например, величина эволюционных изменений, а не только последовательность ветвления эволюционного дерева. Классификация живых организмов определяется и степенью изученности организмов.

Существуют разные подходы в классификации насекомых. Для таксона «Насекомые» чаще всего используют название *Insecta*. Достаточно часто используется и название *Hexapoda*. Этот таксон рассматривается как класс или надкласс, реже — подтип. Здесь использована классификация, наиболее часто встречающаяся в литературе, используемая специалистами-практиками, однако, с учетом и современной систематики.

Класс насекомые, или *Insecta*, входящий в тип членистоногие, или *Arthropoda*, характеризуется следующими основными признаками: три пары ног соответствующего строения (см. гл. 2), одна пара антенн, расчленение тела на 3 отдела, трахейная дыхательная система, в ротовом аппарате три пары специализированных конечностей, образующих мандибулы, максиллы и нижнюю губу.

В основу классификации **отрядов насекомых** положены тип развития, строение крыльев, ротового аппарата, ног и придатков брюшка.

Классификация насекомых может быть представлена следующим образом:

I. Подкласс Entognatha (скрыточелюстные)

1. Отряд Diplura (двухвостки)
2. Отряд Collembola (ногохвостки)
3. Отряд Protura (протуры, или бессяжковые)

II. Подкласс Apteriygota (первичнобескрылые), или Amyocerata (безмышцеусые)

4. Отряд Thysanura (тизануры, или чешуйницы)
5. Отряд Microcoryphia (щетинохвостки)

III. Подкласс Pterygota (крылатые)

Инфракласс Paleoptera (древнекрылые)

6. Отряд Ephemeroptera (поденки)
7. Отряд Odonata (стрекозы)

Инфракласс Neoptera (новокрылые)

Надотряд Orthopteroidea (ортоптероидные)

8. Отряд Plecoptera (веснянки)
9. Отряд Embioptera (эмбии)
10. Отряд Psyllioptera (тараканы, богомолы и термиты)
11. Отряд Dermaptera (кожистокрылые, или ухвертки)
12. Отряд Grylloblattidae (Notoptera) (гриллоблаттиды)
13. Отряд Orthoptera (Saltatoria) (прямокрылые, или прыгающие прямокрылые)

14. Отряд Phasmatoptera (палочники)

Надотряд Hemipteroidea (гемиптероидные)

15. Отряд Zoraptera (зорapterы)
16. Отряд Psocoptera (сеноеды)
17. Отряд Phthiraptera (пухоеды и вши)
18. Отряд Thysanoptera (трипсы)
19. Отряд Hemiptera (равнокрылые и клопы)

Надотряд Neuropteroidea (нейроптероидные) или Holometabola (насекомые с полным превращением)

20. Отряд Raphidioptera (верблюдки)
21. Отряд Megaloptera (большекрылые)
22. Отряд Neuroptera (сетчатокрылые)
23. Отряд Coleoptera (жуки, или жесткокрылые)
24. Отряд Hymenoptera (перепончатокрылые)
25. Отряд Mecoptera (скорпионницы)
26. Отряд Aphaniptera (Siphonaptera) (блохи)
27. Отряд Diptera (двукрылые)
28. Отряд Trichoptera (ручейники)
29. Отряд Lepidoptera (бабочки, или чешуекрылые)

Подклассы скрыточелюстных и первичнобескрылых насекомых некоторые энтомологи выделяют в отдельные классы и даже типы животных. Все эти насекомые не имеют крыльев (рис. 16).

Скрыточелюстные — это мелкие слепые (только у некоторых ногохвосток имеются оматидии) животные с вытянутым телом. Грызущий ротовой аппарат скрыт в кармане на нижней стороне головы. Скрыточелюстные встречаются под растительным опадом, крупными древесными остатками, камнями, в гумусе. Большинство видов питается разлагающимся органическим веществом. Наиболее распространены ногохвостки (коллемболы). Некоторые из них имеют колюще-сосущий ротовой аппарат и могут повреждать растения. В частности, зеленый сминтур (*Smint-hurus viridis*) в Австралии — вредитель люцерны.

Первичнобескрылые — плоские мелкие или среднего размера насекомые, имеющие длинные церки и хвостовую нить (каудальный филламент). У них хорошо выражены глаза, ротовой аппарат

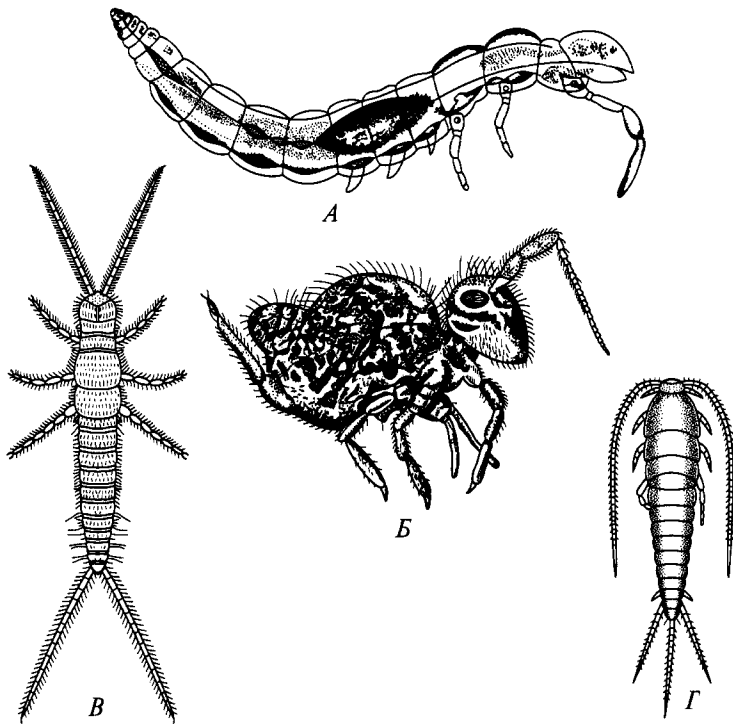


Рис. 16. Представители скрыточелюстных и первичнобескрылых насекомых, отряды:

А — бессяжковые; Б — ногохвостки; В — двухвостки; Г — щетинохвостки

грызущего типа. Большинство видов живет под камнями, в лесной подстилке, гнездах муравьев и термитов. Чешуйницы часто встречаются в домах.

Чешуйница (*Lepisma saccharina*) и термобия домашняя (*Thermobia domestica*) питаются крахмалом и могут наносить существенный ущерб в книгохранилищах, выедая крахмальный клейстер.

Насекомые подкласса крылатые характеризуются появлением крыльев, однако в некоторых группах крылья утрачены. У древнекрылых, а также у ортоптероидных и гемиптероидных, за исключением некоторых трипсов, развитие с неполным превращением, т. е. стадия куколки отсутствует.

У насекомых инфракласса древнекрылые крылья сетчатые и лишены югальной области, позволяющей им укладываться вдоль тела. При этом преобладающая роль принадлежит задней паре крыльев. Личинки развиваются в воде.

6.2. Характеристика отрядов насекомых с неполным превращением

Отряд поденки — Ephemeroptera — самый примитивный отряд крылатых насекомых. Для них характерен массовый лёт и роение над водоемами. Поденки — важнейший элемент трофических цепей в экосистемах пресных водоемов.

Отряд стрекозы — Odonata — включает высокоспециализированных крупных и средних размеров хищников. Они имеют две пары перепончатых с сетчатым жилкованием прозрачных, реже окрашенных крыльев (рис. 1 цв. вкл.), грудной отдел тела стрекоз массивный, брюшко длинное, тонкое, палочкообразное. Усики всегда короче головы, глаза крупные. Известно более 4 500 видов стрекоз. В России встречается около 160 видов. Среди стрекоз есть виды, в покое складывающие свои крылья назад и вверх, например красотки (род *Calopteryx*), и виды, сохраняющие их распрямленными, как, например, коромысло (*Aeschna*). Взрослые стрекозы охотятся на лету, истребляя комаров и других летающих насекомых, личинки питаются различными водными организмами, используя специальный хватательный орган — маску. Для захвата добычи она выбрасывается вперед, а в покое прикрывает голову снизу.

Инфракласс новокрылые включает все остальные отряды насекомых. У представителей этой группы строение крыльев и тела позволяет крыльям укладываться вдоль тела.

Надотряд ортоптероидные характеризуется наличием у его представителей типично грызущего (ортоптероидного) ротового аппарата, хорошо развитой югальной областью крыльев и наличием церков.

Отряд веснянки — Plecoptera — включает насекомых с сетчатыми крыльями, в покое плоско лежащими на брюшке. Они ведут образ жизни, сходный с жизнью поденок. Веснянки широко распространены именно в умеренных широтах северного полушария.

Отряд эмбии — Embioptera — весьма своеобразная группа насекомых, обитающих преимущественно в тропических лесах.

Отряд Pandictpoptera — довольно крупная группа насекомых, объединяющая тараканов, богомолы и термитов. В некоторых справочниках эти группы рассматриваются как отдельные отряды — Blattoptera (тараканы), Mantoptera (богомолы) и Isoptera (термиты) (рис. 17). В настоящее время некоторые авторы в отдельный отряд выделяют только термитов.

У всех пандиктиоптера ротовые органы грызущего типа, имеются 2 пары крыльев с сетчатым жилкованием. У тараканов и

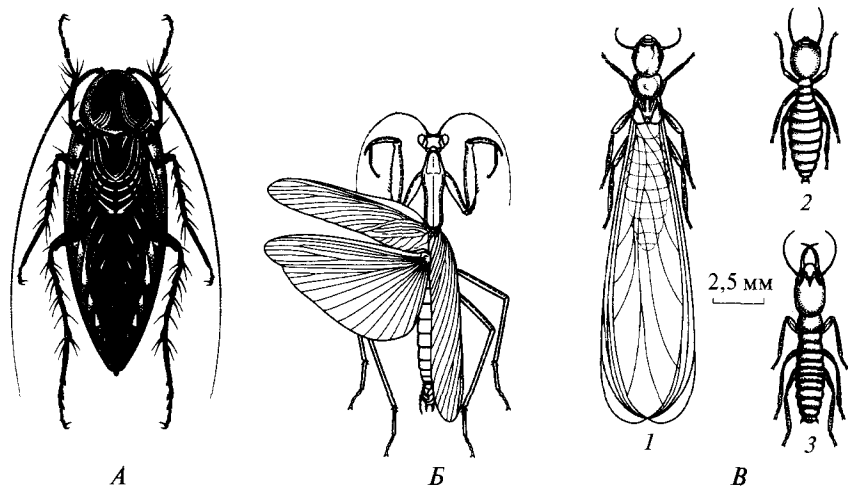


Рис. 17. Представители отрядов насекомых:

А — таракан; Б — богомол; В — термиты: 1 — крылатый самец; 2 — рабочий; 3 — солдат

богомолов передняя пара имеет кожистую, пергаментную структуру, а у термитов обе пары крыльев прозрачны.

Отряд таракановые — Blattoptera — насекомые разной величины, от мелких до очень крупных (в жарких странах). У них 2 пары сложенных на спине крыльев или они бескрылы. Голова сердцевидная, всегда прикрыта сверху переднеспинкой, ротовые органы грызущие, направлены вниз и назад, тело часто плоское, с парой членистых церок на конце, ноги бегательные. Тараканы ведут преимущественно ночной образ жизни, питаются всевозможными органическими остатками и могут считаться широкими полифагами и даже пантофагами. Часто встречаются и в лесных экосистемах, в опале или разлагающейся древесине. Синантропные виды (*Blattella germanica* — рыжий таракан, или прусак, *Blatta orientalis* — черный таракан и др.) могут быть переносчиками разнообразных болезней. Немногие виды могут вредить растениям.

Отряд богомолы — Mantoptera — это теплолюбивые дневные хищники-засадники со своеобразным строением тела — длинной переднеспинкой и хватательными мощными передними ногами, крыльев две пары, голова треугольная, ротовой аппарат грызущий. Свое название они получили за характерную позу ожидания жертвы, когда передняя часть тела приподнята, предние ноги выставлены вперед и прижаты к ней. Окраска и форма их тела часто напоминает веточки, листья и даже цветки растений,

маскировке помогает и их способность подолгу оставаться неподвижными. Среди богомолов, обитающих в тропических лесах, есть очень крупные виды, способные охотиться даже на мелких позвоночных животных.

Отряд термиты — Isoptera — высокоорганизованные общественные насекомые, мелкие или средней величины, с резко выраженным полиморфизмом. Большинство особей (рабочие, солдаты) бескрылы. У крылатых крылья почти прозрачные, в 2 раза длиннее тела (см. рис. 17, В). Покровы тела светлые и мягкие. Семьи-колонии живут в земле или древесине. Некоторые устраивают надземные сооружения — термитники. Они теплолюбивы и там, где они встречаются, являются чрезвычайно серьезными техническими вредителями, питаются целлюлозой, которую извлекают из мертвой древесины. В поисках пищи они нападают на деревянную обшивку зданий и из этого места могут распространяться по деревянным элементам построек вплоть до верхних этажей, полностью разрушая здания, некоторые виды повреждают еще живые деревья и виноградную лозу. Кроме того, они причиняют вред книгам, мебели, деревянной утвари. Особенно широко термиты распространены в жарких странах Африки, Америки и Южной Азии, на территории бывшего СССР они встречаются преимущественно в зоне полупустынь, в Закавказье и в Средней Азии.

Отряд кожистокрылые, или уховертки, — Dermaptera — включает насекомых, у которых передняя пара крыльев представляет собой короткие кожистые надкрылья, а задняя — перепончатые, складывающиеся вдоль и поперек надкрыльев. Церки выглядят как клещи — орган защиты и нападения. Уховертки влаголюбивы, обитают под камнями, опавшей листвой. Питаются растительными остатками, могут истреблять мелких насекомых. Некоторые виды могут вредить растениям.

Отряд гриллоблаттиды — Grylloblattidae — включает небольшое число бескрылых сапрофагов.

Отряд прямокрылые — Orthoptera — один из самых обширных отрядов насекомых. Известно свыше 20 тыс. видов прямокрылых, в том числе в пределах России и стран ближнего зарубежья более 700. Это крупные и средней величины насекомые с удлиненным телом и прыгательными задними ногами, передние ноги у представителей некоторых семейств копательные (например, у медведок). Передняя пара крыльев пергаментовидная, удлиненная с явственной сетью жилок, задние крылья широкие, перепончатые с сетчатым жилкованием, веерообразно складывающиеся. Ротовые органы грызущие. Брюшко с парой церок, а у самок нередко с саблевидным или копьевидным яйцекладом. Часто развиты специальные органы слуха (тимпальные) и стреко-

тания. Большинство видов растительноядные. Иногда этот отряд подразделяют на два подотряда — длинноусые (усики длиннее тела) и короткоусые (усики обычно не длиннее половины тела). Основными группами длинноусых являются кузнечики, лжекузнечики, медведки и сверчки, а представители короткоусых — саранчовые (кобылки) и тетригидовые (прыгунчики — семейство мелких тропических насекомых, включающее несколько видов вредителей риса и других растений).

У семейства *кузнечиков* — *Tettigoniodea* — хорошо развит орган стрекотания, расположенный у основания надкрыльев самцов. Отдельные виды кузнечиков — вредители растений, включая древесные. *Лжекузнечиковые* — тропическое семейство растительноядных или хищных насекомых. Представители семейства *медведок* (*Gryllotalpidae*) кроме передних копытельных ног отличаются направленной вперед (прогнатической) головой и отсутствием яйцеклада. Некоторые виды медведок сильно вредят растениям, повреждая корневые системы, в том числе в лесных питомниках. *Сверчки* (семейство *Gryllidae*) питаются растительными остатками, реже живыми растениями. В России широко распространен степной сверчок (*Gryllus desertus* Pall.), иногда наносящий серьезные повреждения растениям.

К семейству *саранчовые* — *Acridoidae* — относится одна из самых хозяйственно значимых групп насекомых — перелетная саранча. Популяции видов, относящихся к этой группе, периодически вырастают до огромных размеров. Стаи саранчи могут уничтожать растительность на огромных территориях, кочуя на многие километры. В Евразии наиболее вредоносна перелетная саранча (*Locusta migratoria*), марокканская саранча (*Docostaurus maroccanus*) и другие виды, а в Северной Америке наибольшее значение имеют виды комплекса *Melanoplus mexicanus*. Это семейство отличается хорошо развитым органом слуха и способностью к стрекотанию. Наиболее обычный способ — трение бедер об одну из продольных жилок надкрылий.

Отряд палочники — *Phasmoptera* — включает малоподвижные растительноядные виды, имеющие сильно удлиненное палочковидное или листообразное тело. Преимущественно тропические насекомые.

Надотряд гемиптероидные — *Hemipteroidea* — характеризуются развитием хоботка и сосущего ротового аппарата. Передние крылья в полете обычно преобладают над задними.

Отряд зорapterы — *Zoraptera* — немногочислен, включает только 20 мелких, преимущественно тропических видов, обитателей гниющей древесины.

Отряд сеноеды — *Psocoptera* — это также мелкие насекомые, но в отличие от зорapter широко распространены и имеют су-

шественное хозяйственное значение. Обычная среда обитания — растительные остатки, почва, гнезда птиц. Некоторые виды сеноедов наносят ущерб продовольственным запасам (разносят плесневые грибы) и повреждают книги, выедавая крахмальный клейстер (рис. 18, Б).

Отряд пухоеды и вши — *Phthiraptera* — некоторые авторы делят их на два отряда — *пухоеды* (Mallophaga) и *вши* (Anoplura). Это мелкие паразитические насекомые с уплощенным телом. Яйца (гниды) эти насекомые приклеивают к волосам. *Пухоеды* — бескрылые паразиты птиц и млекопитающих. Они живут на перьях, волосах и коже хозяев, питаются эпидермисом, выделениями кожных желез и кровью, выступающей из ран. Могут быть переносчиками заболеваний. *Вши* — бескрылые облигатные паразиты млекопитающих, питающиеся только кровью. Наиболее известна человеческая вошь (*Pediculus humanus*), обитающая в двух формах — головной, живущей только в волосах головы и на одежде, и платяной, обитающей в волосах тела и на одежде. Этот вид — переносчик тифа.

Отряд бахромчатокрылые, или трипсы, — *Thysanoptera* — весьма своеобразные насекомые в надотряде гемиптероидные (см. рис. 18, А). Очень мелкие насекомые с размерами тела от 0,5 до 5 мм. Тело узкое, крылья (если есть) также узкие с атрофированным жилкованием, окаймленные по краям бахромой из длинных ресничек, ротовой аппарат колюще-сосущий в виде харак-

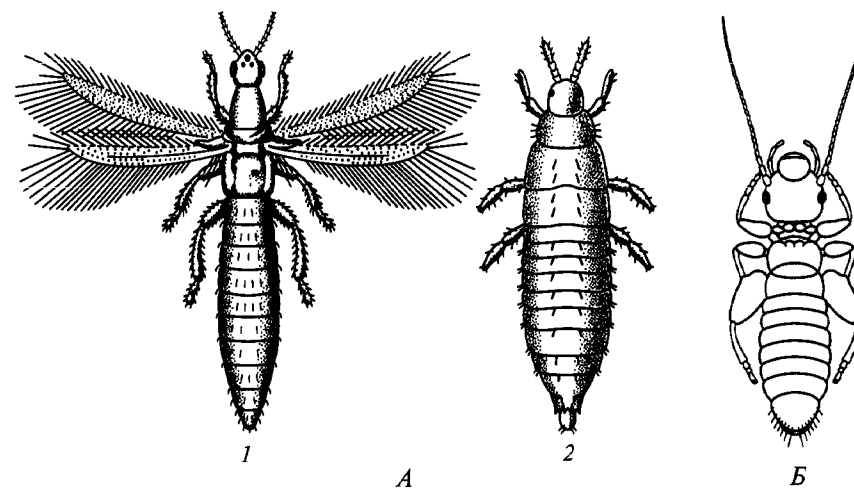


Рис. 18. Представители отрядов насекомых:

А — бахромчатокрылые, или трипсы: 1 — взрослый трипс; 2 — бескрылая нимфа; Б — сеноед

терного конуса. Лапки ног на конце с маленькой пузыревидной присоской. Развитие — усложненный гемиметаморфоз, а у некоторых видов имеется покоящаяся стадия, развивающаяся в коко-не. Ее принято называть куколкой. Обитают на цветках и листь-ях, некоторые в растительных остатках, мхах и лишайниках. Фи-тофаги или хищники. Растительноядные трипсы могут распро-странять вирусные заболевания растений. Наиболее известные вредители растений — табачный трипс (*Thrips tabaci*) и теплич-ный трипс (*Heliothrips haemorrhoidalis*). Иногда приносят вред молодым посадкам деревь-ев (лиственничный трипс). Хищные виды, питающиеся паутиными клещами и тлями, могут быть полезны для защиты культур от вредителей.

Отряд полужесткокрылые (*Hemiptera*), или клопы (*Hete-roptera*), — небольшие и средних размеров насекомые с колюще-сосущими ротовыми органами, имеющими вид длинного члени-стого хоботка, приращенного к передней части головы и подо-гнутого под низ тела. У представителей многих семейств передние крылья у основания кожистые, а к вершине перепончатые. Зад-няя пара крыльев перепончатая, прозрачная, иногда крылья уко-рочены или отсутствуют. Известно около 40 тыс. видов клопов, из них в пределах России и стран ближнего зарубежья обитает свыше 2 тыс. видов (рис. 2 цв. вкл.). Ротовой аппарат клопов от-ходит от передней части головы в виде членистого хоботка. Зад-негрудь часто с пахучими железами. Клопы питаются клеточным соком растений или являются хищниками или кровососами. Сре-ди них много вредителей культурных растений (клопы-черепаш-ки, люцерновый, свекловичный клопы).

Древесным породам вредят *плоские клопы* (семейство Aga-didae). Представители рода *Aradus* распространены по всему зем-ному шару. Клопы-паразиты питаются кровью практически всех теплокровных животных, а постельный клоп *Cimex lectularius* — паразит человека. В отличие от некоторых хищнецов (хищных клопов, из которых часть может питаться кровью человека) он не передает инфекций. Некоторых хищных клопов используют для борьбы с вредителями, в частности американского клопа *Perillus bioculatus* — для борьбы с колорадским жуком. Многие семейства клопов — водные обитатели, живущие в водоемах и на их повер-хности, например представители семейства водомерки, велии, плавты, гладыши и др. Водомерки обитают на поверхности воды, а гладыши, водяные скорпионы, гребляки и красноклопы охотят-ся под водой.

Представители *отряда равнокрылые — Homoptera* (иногда их объединяют в один отряд с полужесткокрылыми) — в покое складывают крылья кровлеобразно. Передняя пара крыльев, как правило, однородная. Все равнокрылые — фитофаги, питающи-

еся соками растений. Среди них очень много вредителей. Поми-мо высасывания соков растений в процессе питания они образу-ют галлы, загрязняют листья растений сладкими выделениями, способствуют развитию сажистых грибов на поверхности листь-ев, переносят вирусные заболевания, надпиливают побеги яйцек-ладом и т. д.

К равнокрылым относится более 12 семейств, объединяющихся в надсемейства или, реже, в подотряды. Наиболее известное *надсемейство — цикадовые*, включающее *семейства певчих ци-кад — Cicadidae* и *цикадок — Cicadellidae*. Они имеют короткие щетинковидные усики и ноги с утолщенными бедрами, хорошо прыгают. Певчие цикады — это крупные насекомые длиной до 5 см и более. У самцов есть мощные звуковые органы. У большин-ства видов личинки (нимфы) развиваются 2—5 лет, а у некото-рых видов — 13 и даже 17 лет. При этом популяция может состо-ять из потомства единственной самки, поэтому имаго появляет-ся только раз в 13 или 17 лет, что сопровождается массовой от-кладкой яиц, во время которой самки могут причинять суще-ственный вред деревьям. Цикадки — это самое обширное семей-ство в отряде. Они живут в траве на лугах и в посевах культурных растений, высасывая их. Наиболее известные вредители — хлеб-ные цикадки из рода *Psammotettix* и розанная цикадка *Typhlocyba rosae*, повреждающая розоцветные, включая плодовые деревья. К этой же группе иногда относят и семейство *горбаток — Ful-goridae*, которые отличаются выпуклыми образованиями, прикрывающими основания надкрылий. Среди них также есть вредите-ли культурных растений.

Семейства листоблошек — Psyllidae и *белокрылок — Aleurodidae* иногда тоже относят к надсемейству цикадовых. Лис-тоблошки внешне похожи на цикадок, но с длинными нитевид-ными усиками. Как и цикадовые, они хорошо прыгают. При пи-тании на листьях растений выделяют медвяную росу. Заметный вред наносят яблонная (*Psylla mali*) и грушевая медяницы (*P. pyricola*) и др. Представители семейства белокрылок похожи на листоблошек и ведут сходный с ними образ жизни. Они напо-минают микроскопических молей с крыльями и телом, покрыты-ми белой мучнистой пылью. Личинки плоские, в старших воз-растах неподвижные, с выпуклым, покрытым восковыми образо-ваниями телом. Личинки и имаго питаются соками различных ра-стений. Тепличная белокрылка *Trialeurodes vaporariorum* — рас-пространенный вредитель тепличных и комнатных растений, а цитрусовая белокрылка *Dialeurodes citri* R. et How. сильно вре-дит цитрусовым на Черноморском побережье.

У представителей *надсемейства тлей — Aphidoidea* — имеет-ся несколько жилок в области стигмы переднего крыла, лапки все-

гда двухчлениковые и, как правило, сложная система смены поколений. Окрашены тли обычно под цвет субстрата, нередко на теле имеются железы, выделяющие белый восковой пушок, а на брюшке — соковые трубочки. Наиболее важная и крупная группа этого надсемейства — *семейство тлей* (Aphididae). Тлям свойствен полиморфизм, чередование обоеполых и девственных поколений, часто сложный жизненный цикл со сменой растений-хозяев. Они сильно вредят декоративным и плодовым породам и другим культурным растениям. Например, у персиковой тли (*Myzodes persicae*), черемуховой тли (*Rhopalosiphum padi*) зимнее обоеполое поколение развивается на персике и черемухе соответственно, летние девственные — на травянистых сельскохозяйственных культурах. Известный вредитель — виноградная филлоксеры (*Viteus vitifolii*) — при развитии на американских виноградных лозах мигрирует с надземных частей на корни. На европейских лозах этот вид не дает листовой формы. Многие виды тлей могут в массе размножаться на лиственных и хвойных древесных растениях. Наибольший вред они приносят в питомниках. *Семейство хермесовых* — Adelgoidae — типичные вредители хвойных растений, в массе встречающиеся в бореальных лесах. Многие представители этого семейства имеют сложные циклы развития и образуют галлы на побегах и хвое.

Надсемейство кокциды, или *червецы*, или *щитовки*, — Coccoidea — существенно отличается от предыдущего. У них резко выражен половой диморфизм. Тело самок сильно редуцировано, они бескрылы, малоподвижны, часто покрыты восковыми выделениями различной формы или плотной чешуйкой (щитком), нередко напоминают наросты на коре или лишайники. Самцы с одной парой крыльев, нормально развитыми ногами и усиками, во много раз меньше, чем самка. Широко распространен партеногенез.

Представители *семейства мучнистых червецов* — Pseudococcidae — покрыты порошкообразным налетом, напоминающим муку, который выделяется специальными железами. В *семействе ложнощитовок* — Coccidae — верхняя часть тела насекомых выделяет восковое пластинчатое образование или уплотняется спина. Представители *семейства щитовок* — Diaspididae — покрыты легко отделяющимся щитком, образованным обычно из 1–2 личиночных шкурок с добавлением секрета. В каждом из перечисленных семейств есть целый ряд видов, серьезно вредящих плодовым и оранжерейным растениям, а также древесным растениям в питомниках и в лесу. Следует отметить, что некоторые представители *семейства лаковых червецов* — Lacciferidae — в качестве защитного покрова выделяют лак. Эти выделения лакового червеца (*Laccifer lacca*) используют для получения шеллака. Кра-

ситель кармин получают из выделений гигантского червеца (*Porphyrophora polonica*).

6.3. Характеристика отрядов насекомых с полным превращением

К *надотряду нейронтероидных*, или *насекомых с полным превращением*, относятся наиболее крупные отряды. В частности, только 4 отряда из 10, относящихся к этой группе, включают большее число известных видов животных, чем входит во все остальные вместе взятые систематические группы, включая другие отряды насекомых. Именно к этим отрядам, жесткокрылым или жукам, чешуекрылым или бабочкам, перепончатокрылым и двукрылым или комарам и мухам, относится наибольшее число вредителей леса.

Отряд верблюдки — *Raphidioptera* — это небольшой отряд, насчитывающий всего около 100 видов. Небольшие хрупкие насекомые с двумя парами прозрачных сетчатых крыльев почти одинаковой величины отличаются длинной и очень подвижной переднеспинкой, делающей их похожими на верблюда, имеют грызущие ротовые органы, длинные антенны и большие глаза. Обитают на деревьях и кустарниках. Взрослые насекомые и личинки уничтожают тлей, проникают под чешуйки коры и во входные каналы короедов, где поедают яйца, личинок и насекомых, обитающих под чешуйками коры и в подкоровом пространстве.

Отряд большескрылые — *Megaloptera* — представлен крупными или среднего размера видами, с крупной головой и крупными крыльями. Водные личинки — активные хищники, питающиеся мелкими беспозвоночными.

Отряд сетчатокрылые — *Neuroptera* — включает насекомых с двумя парами удлинённых нежных прозрачных крыльев, имеющих множество продольных и поперечных жилок, и грызущим ротовым аппаратом. В этом отряде известно около 3 500 видов. Большинство — хищники. Взрослые формы довольно разнообразны, а личинки у всех сетчатокрылых имеют удлинённые серповидно изогнутые выступающие челюсти. Так же как у личинок стрекоз и некоторых жуков, у них внешнее пищеварение. Наиболее известны представители *семейства златоглазки* — Chrysoridae (их личинки истребляют тлей) и *семейства муравьиные львы* — Myrmeleontidae (их личинки, помещаясь на дне выкопанной в песке воронки, подстерегают и уничтожают ползающих по земле насекомых, в том числе муравьев). Представителей *семейств златоглазки* и *гемеробии* (Nemertobiidae) используют для борьбы с вредителями.

Отряд жесткокрылые, или **жуки**, — *Coleoptera* — самый крупный из отрядов по числу видов. Жуки очень разнообразны по величине, строению и образу жизни. Ротовые органы грызущие, крыльев две пары, передние превращены в роговые надкрылья (элитры), задние намного длиннее передних, прозрачные, перепончатые с изменчивым жилкованием, в покое складываются под надкрылья (рис. 3 цв. вкл.). Некоторые жуки лишены задних крыльев, в этом случае надкрылья сросшиеся. Личинки разнообразны по строению (камподеовидные, мокрицеобразные, червеобразные, с ногами или без ног), куколка свободная. Среди жуков есть хищники, растительноядные, потребители животных и растительных остатков, наземные, почвенные и водные формы. Многие из них вредны или полезны для леса. Отряд подразделяется на несколько подотрядов, включающих надсемейства и семейства. В **подотряде плотоядных** — *Adephaga* — наиболее известно **семейство жуужелиц** — Carabidae, личинки и жуки которых поедают многих вредных насекомых. В **подотряде разноядные** — *Polyphaga* — очень много семейств, в составе которых много вредителей леса, — златки, шелкоуны, нарывники, листоеды, усачи, долгоносики, короеды, точильщики, сверлильщики, чернотелки, пластинчатоусые и многие другие. Эти семейства описаны в последующих главах.

Некоторые авторы выделяют отряд **веерокрылые** — *Strepsiptera*, объединяющий весьма своеобразных насекомых, похожих на жуков с укороченными надкрыльями, ведущих паразитический образ жизни, сходный с образом жизни представителей семейства нарывники (Meloidae) и веерниковые (Rhipiphoridae).

Отряд перепончатокрылые — *Hymenoptera* — один из самых больших отрядов насекомых. Размеры насекомых варьируют от 0,2 до 5 см. Покровы сильно склеротизированы. Ротовые органы грызущие или грызуще-лижущие. Крылья прозрачные — две пары или они отсутствуют, передние крылья значительно крупнее задних. Переднегрудь соединена с остальной грудью в одно целое. У крылатых жилкование крыльев ячеистое либо не совершенное. У бескрылых брюшко чаще всего стебельчатое. Характерный придаток брюшка самок — яйцеклад и его видоизмененная форма — жало. Личинки имеют грызущий ротовой аппарат, гусеницеобразные (у пилильщиков) и червеобразные. Куколка свободная, часто в коконе. Многим видам свойственны общественный образ жизни и полиморфизм. Среди перепончатокрылых есть растительноядные, потребители нектара и пыльцы, паразиты и хищники. Многие из них имеют большое значение как опылители растений, медообразователи, вредители растений и истребители вредных насекомых — паразиты и хищники.

Отряд включает более 100 тыс. видов, в том числе в пределах России и стран ближнего зарубежья известно до 10 тыс. Отряд делится на два подотряда сидячебрюхие (*Symphyta*) и стебельчатобрюхие (*Aroscrita*).

Представители **подотряда сидячебрюхие** отличаются сидячим брюшком, не отделенным от грудного отдела перетяжкой или стебельком, чаще всего коротким и коренастым телом и крыльями с ячеистым жилкованием. К этому подотряду относятся преимущественно растительноядные насекомые **надсемейства рогахвосты** — *Siricoidea*, **семейства пилильщики-ткачи** — *Pamphiliidae* и надсемейства **настоящие пилильщики** — *Tenthredinoidea*.

Представители **подотряда стебельчатобрюхие** имеют висячее или стебельчатое брюшко. Если у очень мелких форм брюшко похоже на сидячее, то крылья с несовершенным жилкованием, без замкнутых ячеек. Среди стебельчатобрюхих встречаются растительноядные насекомые (например, орехотворки и некоторые другие), потребители пыльцы и нектара растений, насекомые, опыляющие их (пчелиные, осообразные и др.), хищные и паразитические насекомые — естественные враги многих видов насекомых — энтомофаги. Хищниками являются хорошо известные рыжие лесные муравьи, к паразитам, выкармливающим свое потомство на других насекомых, относятся наездники, роющие осы, осы сколии и тифии. Многим общественно живущим перепончатокрылым (например, пчелам, муравьям) свойственны сложная система поведения и полиморфизм — наличие разных форм у одних и тех же видов, их разделение на рабочих и половых особей, отличающихся особенностями строения тела, а у рабочих особей (бесполок самок) — разделение на отдельные функциональные группы и даже смена функций на протяжении жизненного цикла особей.

Наездниками называют большую группу насекомых за характерную для многих из них позу при откладке яиц в тело других насекомых (они как бы «седлают» свою жертву, вонзая в нее яйцеклад). Очень малыми размерами отличаются наездники **надсемейства хальцидовые** — *Chalcidoidea*, в большинстве своем внутренние специализированные паразиты гусениц чешуекрылых и так называемые вторичные паразиты, или сверхпаразиты, других паразитических перепончатокрылых. Некоторые хальциды вредят семенам растений и живут в стеблях, другие выполняют роль опылителей, развиваясь на цветках. Очень малыми размерами отличаются и наездники **надсемейства прототрупиды** — *Proctotroidea*, паразитирующие на яйцах и личинках насекомых, на пауках и многоножках. Более крупными размерами отличаются наездники из **семейства бракониды** — *Braconidae* и **ихневмониды** — *Ichneumonidae*. Длина тела у видов наездников браконид

колеблется от 5 до 15 мм, у наездников ихневмонид — от 10 до 25 мм. Один из самых крупных представителей ихневмонид — наездник рисса — паразит личинок усачей, обитающих в древесине.

Семейство орехотворки — Synipidae — мелкие насекомые, брюшко их сплющено с боковых сторон, жилкование крыльев редуцировано. Они относятся преимущественно к галлообразователям и лишь некоторые виды — паразиты насекомых.

Семейство муравьи — Formicidae — включает разнообразных по своему образу жизни общественных насекомых. Самки и самцы крылаты, с быстро отваливающимися после лёта крыльями. Рабочие особи бескрылы. Яйцеклад обычно превращен в жало, в покое втянутое в брюшко. Многие виды активно истребляют вредителей леса (например, красные лесные муравьи рода *Formica*), другие активно разрушают мертвую древесину (например, муравьи-древоточцы рода *Campanotus*), листовядны, травоядны или зерноядны. Муравьи, разрушая мертвую древесину и строя свои гнезда (муравейники) в почве, ускоряют переработку древесного опада и выполняют почвообразовательную роль. (Подробное описание биологии, образа жизни и экологического значения муравьев см. в подразд. 18.10.)

Семейство складчатокрылые осы — Vespidae — средние по величине и крупные насекомые, длина тела варьирует от 10 до 30 мм, в большинстве случаев имеют желто-черный или бело-черный рисунок, крылья в покое складываются по длине вдвое. Усики коленчатые. Тело голое или в негустых волосках. В основном общественные виды. Всеядны, питаются соком древесных пород, ловят насекомых, но личинок выкармливают медом в больших и сложных по строению гнездах, которые они строят в укромных местах. Самый крупный представитель этого семейства — шершень, строящий свои гнезда в дуплах деревьев.

Семейство осы сколии — Scoliidae — крупные насекомые, у большинства видов покровы тела черные или в пятнах и перевязях черного и желтого цвета. Передние крылья в покое не складываются по длине. Это наружные паразиты личинок пластинчатоусых жуков. Самка осы роет землю в поисках своей жертвы. Она жалит личинку жука, парализуя ее, и выкапывает вокруг нее ячейку, куда откладывает свое яйцо. Выходящая из яйца личинка постепенно поедает свою жертву, коконируется и зимует в почве. По своему образу жизни к осам-сколиям близки *тифии* из семейства Tiphiidae, их самки иногда бескрылы. Это паразиты личинок шелкоунов.

Семейство роющие осы — Sphecidae — это стройные мелкие или средние по величине осы, их тело голое или слабоволосистое, часто со стебельчатым брюшком. Они строят свои гнезда из

грязи в земле, в сердцевине стебля растений и выкармливают там своих личинок парализованными насекомыми и пауками. Различные группы роющих ос специализируются на определенных видах добычи.

Надсемейство пчелиные — Apidae — включает шесть самостоятельных семейств. Их тело обычно густоволосистое, первый членик задней лапки более или менее сплюснут и покрыт волосками либо ноги имеют другие приспособления для сбора пыльцы, ротовые части нередко сильно удлинены и приспособлены к питанию нектаром. К этому семейству относятся все дикие и домашние пчелы. Среди пчелиных есть общественные и одиночные виды. Среди них наиболее известны медоносная пчела (*Apis mellifera*), издавна одомашненная человеком, шмели рода *Bombus*, строящие свои гнезда в земле (рис. 4 цв. вкл.). В основном пчелы полезны как опылители и добытчики меда. Пчелы-листорезы и пчелы-плотники растительноядны. Некоторые виды пчелиных паразитируют в гнездах других пчел.

Отряд скорпионницы, или **скорпионовы мухи**, — *Mecoptera* — характеризуется грызущими ротовыми органами, расположенными на конце клювовидного выроста головы. У этих насекомых две пары больших крыльев с сетчатым жилкованием. Имаго питаются мелкими насекомыми, но иногда разнообразят рацион нектаром, пыльцой и лепестками. Обыкновенная скорпионница *Panorpa communis* — наиболее обычный представитель отряда, встречающийся в лесу.

Отряд блохи — *Aphaniptera (Siphonaptera)* — представлен мелкими насекомыми, у которых взрослая форма всегда бескрыла, они имеют сжатое с боков тело, сильные ноги с многочисленными шипами. Блохи питаются кровью млекопитающих и птиц. Взрослые особи очень активны, они ловко бегают между волосами и перьями. Некоторые виды, например человеческая блоха (*Pulex irritans*), нападают на людей и поселяются в жилых помещениях, иногда делая их непригодными для жилья. Некоторые виды крысиных блох из семейства Ceratophyllidae (*Xenopsylla cheopis* и др.) переносят возбудителей бубонной чумы.

Отряд двукрылые, или **комары и мухи**, — *Diptera* — это очень большой отряд, представленный разнообразными по внешнему виду и образу жизни высокоспециализированными насекомыми различных размеров, от очень мелких до крупных. Голова часто шаровидная, подвижная, с крупными фасеточными глазами. Ротовой аппарат разнообразного строения: лижущий, колюще-сосущий, режущее-лижущий или других переходных форм, иногда редуцирован. Крылья (одна пара) прозрачные, перепончатые, часто с немногими поперечными жилками. Задние крылья превращены в жужжальца. Полет многих двукрылых отлича-

ется высоким совершенством. Личинки червеобразные, часто безголовые. Куколка свободная, открытая или в ложном коконе — пупарии. Пищевой режим двукрылых очень разнообразен: они питаются гниющими растительными и животными остатками, могут быть паразитами беспозвоночных, в том числе насекомых и теплокровных животных, кровососами, хищниками и, наконец, растительноядными. Личинки двукрылых обитают в воде, почве, на растениях, в теле животных и в гниющих остатках. Значение их также разнообразно, среди них есть полезные виды — почвообразователи, паразиты вредных насекомых и вредные виды — вызывающие болезни, переносчики возбудителей болезней животных и человека, вредители культурных растений и лесных пород.

Отряд делится на два **подотряда**: **длинноусые**, или **комары**, — **Nematocera** и **короткоусые**, или **мухи**, — **Brachycera**. Длинноусые, или комары, имеют многочлениковые усики, намного длиннее головы, длинные и тонкие ноги. В питомниках иногда вредят корневым системам сеянцев личинки **семейства комаров-долгоножек** — Tipulidae. В лесах широко распространены **галлицы** (семейство Cecidomyidae), многие из которых галлообразователи. Представители **семейств комары**, или **настоящие комары**, — Culicidae и **мошки** — Simuliidae в основном являются кровососами (самки), нападающими на животных, в том числе на человека. Личинки комаров и мошек живут в водоемах (личинки мошек — только в проточной воде). Переносят паразитарные болезни, туляремию, а комары также малярию, энцефалит и желтую лихорадку. Представители **семейства звонцы** — Chironomidae — по внешнему виду сходны с настоящими комарами, но не кусаются и отличаются от них перистыми усиками с венчиками шелковистых волосков. Личинки также обитают в водоемах и вместе с личинками предыдущих двух семейств представляют собой важнейший элемент трофических цепей пресноводных водоемов.

Короткоусые, или мухи, очень разнообразны по строению, имеют короткие трехчлениковые усики, 3-й членик резко отличается от других величиной и формой. Делятся на ряд групп и семейств. **Семейства ктыри** — Asilidae и ежемухи, или **тахины**, — Tachinidae включают известных истребителей вредных насекомых; **семейство слепни** — Tabanidae — прожорливых кровососов. Представители семейства **минирующие мухи** — Agromyzidae — весьма распространенные минеры листьев, некоторые виды питаются камбием древесных растений. Семейство **злаковые мухи** — Chloropidae — вредители сельского хозяйства, представители семейства **пестрокрылки** — Tryptetidae повреждают плоды вишни, черемухи и других растений. **Семейство журчалки** — Syrphidae включает как хищные, так и растительноядные виды, **семейства**

желудочные овода — Gasterophilidae и **овода** — Oestridae относятся к паразитам животных. В **семействе серые мясные мухи** — Sarcophagidae довольно много паразитических видов, в частности паразитов млекопитающих, некоторые виды из этих семейств живородящие. К **семейству настоящие мухи** — Muscidae относится, вероятно, самое распространенное насекомое — комнатная муха (*Musca domestica*) — типичный синантропный вид, распространяющий возбудителей множества болезней, включая разнообразные формы дизентерии, холеру, трахому и брюшной тиф. К **семейству плодовые мушки** — Drosophilidae принадлежат мелкие насекомые, питающиеся гниющими фруктами и другой органикой. Мушка *Drosophila melanogaster* — один из самых популярных лабораторных объектов в исследованиях по генетике.

Отряд ручейники — **Trichoptera** — сравнительно небольшой отряд насекомых, насчитывающий свыше 3 000 видов, в том числе в России — около 300. Взрослые насекомые похожи на ночных бабочек (рис. 5 цв. вкл.). Их крылья и тело покрыты волосками, крылья большей частью одноцветные, темные, усики щетинковидные. Личинки и куколки обитают в воде в трубчатых чехликах, выстроенных из песчинок, остатков растений и других материалов, скрепленных шелковидной паутиной, эти убежища или домики чаще всего переносные. Питаются мелкими беспозвоночными. Взрослые насекомые встречаются на растениях вблизи чистых водоемов. Личинки живут в воде.

Отряд чешуекрылые, или **бабочки**, — **Lepidoptera** — один из самых крупных отрядов насекомых, включающий более 100 тыс. видов. Обе пары крыльев перепончатые, покрыты чешуйками, придающими им красивую, часто яркую окраску. Ротовой аппарат в виде спиралевидно закрученного хоботка приспособлен для высасывания нектара. Гусеницы (личинки) имеют голову и грызущие ротовые органы, три пары грудных и 2—5 пар брюшных ног. Большинство гусениц растительноядны, но есть сапрофаги и хищники. В отечественной фауне не менее 1 000 видов наносят вред сельскохозяйственным культурам и лесу.

Подотряд Jugatae включает наиболее примитивные в эволюционном плане семейства. В частности, в **семействе зубатые моли** — Micropterygidae у гусениц имеются ноги на 8 сегментах, а у имаго — мандибулы. Иногда это семейство выделяют в **подотряд челюстные** — **Laciniata**. В нашей фауне обитают представители рода *Micropteryx*, гусеницы которого питаются мхами, т. е. очень древними растениями. В **семействах тонкопрядов** — Nepialidae и **беззубых молей** — Eriocraniidae мандибулы редуцированы, а у гусениц утрачена по крайней мере одна пара ног. В семейство тонкопрядов входит несколько видов крупных быстролетающих бабочек, личинки которых живут в древесине или пи-

таются корнями. Хмелевый тонкопряд (*Hepialis humuli*) — весьма распространенный вредитель хмеля, моркови и других растений. Семейство беззубых молей представлено минерами, среди которых несколько видов минируют листья березы, иногда повреждая значительную часть ассимиляционного аппарата.

Подотряд разнокрылые — Frenata включает более 70 семейств, обычно объединяющихся в надсемейства или группы. Группа мелких разнокрылых — Microfrenatae, или микрочешуекрылых — Microlepidoptera, включает мелких стройных бабочек, имеющих общие черты в строении крыльев. В этой группе много вредителей древесных растений, относящихся преимущественно к семействам моли-пестрянки — Gracillariidae, моли-малютки — Nepticulidae, чехлоноски, или мешочницы, — Psychidae, горностаевые моли — Yponomeutidae, выемчатокрылые моли — Gelechiidae, листовертки — Tortricidae, огневки — Pyralidae. Среди них представлены листовые минеры, виды, сцепляющие и сворачивающие листья, вредители плодов и семян и др. К этому подотряду относятся также сравнительно крупные представители стеклянниц — Aegeriidae и древоотцев — Cossidae, гусеницы которых повреждают стволы и ветви живых деревьев.

Группа разнокрылых — Macrofrenatae включает бабочек средних и крупных размеров (более 2 см в размахе крыльев). Сюда входят представители многих семейств, относящихся к массовым хвое- и листогрызущим вредителям, — коконопряды — Lasiocampidae, бражники — Sphingidae, совки — Noctuidae, пяденицы — Geometridae, волнянки — Orgyidae, хохлатки — Notodontidae. Многие из них способны к периодическим вспышкам массового размножения в бореальных лесах. Тутовый шелкопряд *Bombyx mori* (семейство шелкопряды — Bombycidae) до сих пор не утратил своего значения как источник сырья для получения натурального шелка. В подотряде разнокрылых выделяют надсемейство булавоусых, или дневных бабочек — Rhopalocera, или Papilionoidea. Бабочки ведут дневной образ жизни и отличаются булавовидными усиками. В это надсемейство входят многие вредители сельского хозяйства, широко представленные в семействе белянок — Pieridae (рис. 6 цв. вкл.), много крупных яркоокрашенных видов из семейств нимфалиды — Nymphalidae и парусники — Papilionidae, некоторые из них включены в список охраняемых видов.

ЧАСТЬ II

ВРЕДИТЕЛИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Глава 7

Общие сведения о вредителях древесных растений, наносимых ими повреждениях и их последствиях

Вредители древесной растительности. Это виды растительноядных животных (насекомые, клещи и другие беспозвоночные и позвоночные — копытные и грызуны), способные своими повреждениями при достижении определенного уровня численности популяций причинять ощутимый ущерб лесу и лесной продукции, вызывать снижение устойчивости, продуктивности и нарушать средозащитные, средообразующие и другие функции насаждений и (или) вызывать их гибель. Будучи естественными компонентами лесных биогеоценозов, они относятся (по В. Н. Сукачеву) к группе зоогенных факторов воздействия на состояние насаждений и их устойчивость. Основную часть вредителей древесной растительности составляют насекомые и растительноядные клещи.

Типы повреждений, наносимые растениям вредителями. Эти типы объединены по сходным признакам и зависят от строения ротовых органов и яйцеклада, от способа питания вредителей, а также от физических свойств и физиологической реакции самого растения. Во время питания, яйцекладки или устройства временного убежища могут повреждать все органы и части растений. Типы повреждений исключительно разнообразны, многие из них видоспецифичны, т. е. характерны для отдельных видов насекомых.

К основным типам повреждений относят следующие.

Грубое объедание или обгрызание листьев и хвои свойственно гусеницам коконопрядов, волнянок, пядениц и других семейств бабочек, личинкам пилильщиков и ткачей-пилильщиков, жукам многих семейств при их дополнительном питании и личинкам листоедов старших возрастов.

Скелетирование листьев — уничтожение мягких тканей с оставлением нетронутыми жилок — осуществляют гусеницы ба-

бочек и личинки пилильщиков младших возрастов, личинки и жуки листоедов.

Минирование листьев и хвои — прогрызание ходов внутри растительных тканей — вызывается личинками мелких насекомых из отрядов бабочек, перепончатокрылых, двукрылых и жесткокрылых. Мины имеют самую разнообразную форму (широкие и узкие, лентовидные, округлые и т. п.), могут находиться на верхней или нижней стороне листа или быть мешковидными, двусторонними.

Галлы — разрастание тканей растений, образование наростов, опухолей, орешков и др. Галлы возникают в результате раздражения тканей, вызванного укусом вредителя или уколом его яйцеклада; они бывают одно- и многокамерные, закрытые и открытые (с отверстием), шарообразные, лепешковидные, в виде войлочков и бородавок, рожков, спиралей и вздутий. Их образование вызвано жизнедеятельностью орехотворок, тлей, галлиц, галлообразующих пилильщиков и клещей.

Загибание, скручивание и деформация листьев и хвои, часто сопровождающиеся изменением их окраски и преждевременным усыханием, — это, как правило, результат высасывания соков растений тлями, кокцидами, листоблошками, клещами и другими сосущими вредителями или следствие активной деятельности насекомых при устройстве укрытия для личинок. Сворачивание листьев осуществляют либо сами личинки с помощью паутины (гусеницы листоверток, молей и др.), либо жуки семейства трубковертов с помощью клейкой слюны, помещая внутрь укрытия свое яйцо.

Результатом питания сосущих вредителей — кокцид, тлей, подкорного соснового клопа и других — может быть *усыхание побегов, ветвей, почек и растений в целом*, особенно молодых.

Выгрызание ямок, площадок и ходов, нанесение насечек и надрезов на поверхности коры побегов, веток, стволов и корней, часто сопровождающиеся смоло- и соковыделением, как правило, связаны с дополнительным питанием жуков-долгоносиков, короедов, шелкоунов, усачей, или с основным питанием личинок огневок, проволочников, хрущей и с яйцекладкой некоторых насекомых (цикады, усачи и др.).

Протачивание под корой и в древесине ходов, которые могут иметь как сложное, так и относительно простое строение, осуществляют различные вредители. Сложные ходы, имеющие вид определенных фигур (вильчатые, звездчатые, одиночные продольные или поперечные маточные ходы с отходящими от них личиночными), протачивают короеды. Простые продольно- или поперечно направленные, клубкообразные, спиралевидные или беспорядочные ходы проделывают личинки усачей, златок, долгоноси-

ков и др. На поверхности коры у входных отверстий на хвойных породах часто образуются смоляные воронки, на лиственных — из отверстий вытекает сок, возле них скапливаются опилки или буровая мука.

Искривление побегов, ветвей и стволиков молодых растений и образование на них галлообразных утолщений происходят под влиянием ходов, прогрызенных внутри них личинками побеговьюнов, некоторых видов усачей, стеклянниц и др.

Среди многообразных повреждений *почек, цветков, плодов и семян* выделяют типы, сходные с вышеперечисленными.

Многие типы повреждений представлены на цветных рисунках вкладки. Для распознавания вредителей по типам повреждений разных видов древесных пород созданы специальные определители.

Экологические группы вредителей. Группы выделяют по общности поражаемых частей древесных растений (вредители почек, цветков, плодов и семян, листьев и хвои, побегов, ветвей, ствола и корней) и по распространенности и значимости в различных эколого-производственных объектах лесного хозяйства, семенных хозяйствах, питомниках, насаждениях разных возрастных групп, на складах и др.

Очаги вредителей древесных растений и насаждений. Это участки леса (лесной площади) или территорий других эколого-производственных объектов лесного хозяйства, характеризующиеся повышенной численностью вредителей, наносящих ощутимые экологические и/или экономические и социальные *потери и ущерб* и требующие лесопатологического надзора и/или активных лесозащитных мероприятий. Очаги вредителей леса образуются и развиваются, как правило, при снижении устойчивости насаждений под влиянием природных и антропогенных факторов. Каждой экологической группе вредителей свойственны специфические типы очагов, причины их образования, закономерности и последствия их развития, что подробно рассматривается в следующих разделах.

Потери. Это реально наблюдаемые состоявшиеся последствия повреждений леса вредителями и болезнями, выражающиеся в частичной или полной утрате ресурсных, материальных, экологических или социальных характеристик леса; в снижении его устойчивости, продуктивности, средозащитных и средообразующих функций. К *весомым (материальным) полезностям леса (лесным ресурсам)* относятся древесина, урожай плодов и семян, выращенные саженцы и сеянцы в питомниках, древесная зелень, корье, корневой осмол, лекарственное сырье, грибы, ягоды, продукты лесного пчеловодства, дичь, пушнина и др. К *невесомым полезностям леса* относятся его экологические функции: ланд-

шафтообразующие, водорегулирующие, почвозащитные, климаторегулирующие, рекреационные, поглотительные, фильтрующие и аккумулирующие загрязнения, производство кислорода и фитонцидов, утилизация и накопление углерода, ионизация воздуха и др.

Результаты расчета фактических потерь используются для оценки экономической эффективности лесозащитных и лесохозяйственных мероприятий и (или) для оценки последствий их невыполнения. Размер фактических потерь и его сопоставление с затратами на ведение лесного хозяйства, в том числе на защиту леса, могут служить критериями успешности развития лесной отрасли.

В состав потерь в эколого-хозяйственных объектах лесной отрасли обязательно включаются реально учитываемые затраты при их создании и содержании. Это *непроизводительные затраты*, возникшие вследствие отсутствия эффекта вложений на создание и содержание объектов лесной отрасли и *упущенный доход* от реализации лесной продукции или использования ресурсов леса.

Ущерб от вредителей и болезней. Это потенциально ожидаемые предполагаемые потери полезностей леса. Цель определения ожидаемого (потенциального) ущерба — обоснование целесообразности назначения лесозащитных мероприятий путем сравнения величины ущерба с необходимыми затратами на лесозащитные мероприятия.

Последствия повреждения леса вредителями классифицируются по масштабу проявления: межрегиональные, региональные, локальные, местного значения; по характеру: экономические, экологические, социальные, комплексные; по степени их тяжести: катастрофы, когда они необратимы, бедствия — частично обратимы и нарушения — полностью обратимы.

Экономические потери и ущерб представляют собой состоявшееся или ожидаемое снижение дохода от лесного хозяйства и увеличение непроизводительных расходов на восстановление погибшего или ослабленного леса и на другие необходимые лесохозяйственные мероприятия.

Экологические потери и ущерб заключаются в состоявшихся или ожидаемых нарушениях средообразующих и средоохраняющих функций леса, обеднении биоразнообразия, замедлении темпов роста, снижении общей продуктивности, кислородопродуцирующей и углерододепонирующей способности, в активизации нежелательных процессов и явлений в лесах и других эколого-хозяйственных объектах лесной отрасли. Наиболее полным учетом потерь может служить оценка влияния вредителей на баланс CO_2 на основании последствий нарушений экосистемного уровня.

Социальные потери или ущерб выражаются в происшедшем или ожидаемом воздействии усыхания или повреждения лесов на

условия жизни населения путем снижения привычных норм использования им недревесной продукции леса, ухудшения рекреационных функций лесов, в неблагоприятных изменениях уровня жизни населения, а также людей, работающих в лесной отрасли.

Первичную вредоносность растительоядных лесных насекомых можно оценить, основываясь на известных данных об их биологии и характере наносимых древесным растениям повреждений. Вредоносность оценивается в баллах по различным показателям и подразделяется на три или четыре разные по отрицательному значению группы. Для оценки стволовых вредителей используют такие показатели, как физиологическая активность, способность наносить вред при дополнительном питании и путем передачи возбудителей болезней, величина ходов и глубина их проникновения в древесину, наиболее заселяемый участок ствола, повреждаемые кормовые породы, число генераций в год. Для хвое- и листогрызущих насекомых учитывают продолжительность и сезон питания, степень восстановления листвы или хвои в насаждениях в год повреждения, характер повреждения, ценность кормовых пород и специализацию питания, число поколений насекомых в год. Каждая из этих категорий имеет условный балл. В ряде случаев число баллов зависит от конкретных количественных показателей, например цены древесины разных пород и сортов, разных категорий крупности и ее снижения в связи с повреждением.

Устойчивость древесных пород к повреждениям. От защитных и регенеративных свойств самого растения, его уязвимости и способности реагировать на повреждения зависит устойчивость древесных пород к повреждениям. Например, заливая места проникновения короедов смолой или соком, заравнивая нанесенные поранения тканей, изменяя биохимический состав смолы, сока и тканей, деревья снижают кормовые качества, уменьшая привлекательность корма для насекомых.

Факторы природного и антропогенного характера, снижающие устойчивость растений к вредителям и нарушающие их полезные свойства и функции объектов лесного хозяйства и озеленения, рассматриваются в последующих главах.

8.1. Общая характеристика группы

Вредители плодов и семян древесных растений, или карпофаги (греч. *karpos* — плод), — разнородная в систематическом и экологическом отношении группа насекомых, личинки которых развиваются за счет репродуктивных органов древесных пород: генеративных почек, завязей, шишек, плодов и семян. В эту группу входят преимущественно представители четырех отрядов насекомых: *чешуекрылых* (огневка Шютца, шишковая хвойная огневка, акациевая огневка, еловая шишковая листовертка, листовертка-чешуй, желудевая и орешниковая плодожорки, шишковая пяденица и др.), *жесткокрылых* (еловый шишковый точильщик, шишковая смолевка, желудевый и ореховый долгоносики, ясеневый долгоносик-семяед и др.), *двукрылых* (еловая шишковая и лиственничная мухи, еловые шишковая и смоляная галлицы, елово-лиственничная лонхеида и др.) и *перепончатокрылых* (наездники-яйцееды и др.). Наряду со специфическими вредителями репродуктивных органов плоды и семена часто повреждают хвое- и листогрызущие насекомые и вредители побегов — blastофаги, которые при повреждении хвои и листовых или побегов часто обгрызают генеративные почки, завязи и молодые шишки. Кроме насекомых, репродуктивные органы растений повреждают также белки, птицы и мыши.

В своем большинстве вредители репродуктивных органов монофаги, они развиваются за счет какой-либо одной древесной породы. Ряд видов проходит дополнительное питание на листьях, завязях, цветках. Все они в период питания личинок ведут скрытый образ жизни, и лишь некоторые из них способны переходить из одних плодов или шишек в другие. Жизненный цикл большинства видов тесно связан с плодоношением кормовой породы. Они присутствуют только в тех насаждениях, которые вступили в фазу плодоношения, при этом чем больше урожай плодов, шишек и семян, тем больше степень их поврежденности. В неурожайные годы часть популяции вредителей впадает в диапаузу на фазах личинки или куколки. Скрытый образ жизни и разобщенность особей способствуют тому, что эти вредители имеют сравнительно мало энтомофагов и почти не повреждаются вирусными, грибными и бактериальными болезнями, им редко свойственны вспышки массового размножения.

Вред от них особенно ощутим на лесосеменных участках и плантациях. Из-за повреждения резко снижается не только количество, но и качество семян, их всхожесть и энергия прорастания. Особенно велика степень повреждения желудей дуба, шишек и семян лиственницы и ели, в меньшей степени повреждаются семена пихты. В горных лесах Кавказа и Средней Азии очень сильно страдают от вредителей семена арчи и фисташки, плодовые и ореховые леса. Промежуточное место по пораженности семян занимает сосна кедровая сибирская. В результате повреждения семян и плодов уменьшается их урожай и возникают нерациональные затраты на создание и содержание семенных хозяйств и плантаций, в лесах снижается темп естественного возобновления и может происходить смена пород. Так, естественное возобновление лиственницы сибирской во многих районах Сибири и Дальнего Востока почти полностью отсутствует вследствие уничтожения семян лиственничными мухами, шишковой огневкой, листовертками. Повреждение семян ясеня часто ухудшает его возобновление под пологом степных лесов и лесополос. Таким образом, успех всего лесосеменного дела тесно связан с необходимостью защиты семян от вредителей.

8.2. Характеристика главных групп и видов карпофагов

Примером часто встречающихся вредителей шишек хвойных пород являются шишковые смолевка и огневка, еловая шишковая листовертка и лиственничная муха.

Шишковая смолевка (*Pissodes validirostris*) — жук из семейства долгоносиков (Curculionidae) длиной 6—7,5 мм. Надкрылья жука красновато-бурые с двумя поперечными светлыми полосками и с такими же пятнами и рядами точечных бороздок. От других видов того же рода отличается прямыми задними углами грудного щита. Личинка белая, безногая, серпообразной формы, с темной головой. Жуки начинают лет в мае. Сначала они проходят дополнительное питание на однолетних шишках, вызывая смолотечение. Затем самки откладывают по одному яйцу (всего 1—4 шт.) на шишку, проделывая для них отверстия или приклеивая к поверхности шишек. Личинки развиваются около месяца внутри шишек и там же окукливаются. Молодые жуки прогрызают круглые летные отверстия, вылетают (многие еще до опадения шишек) и зимуют в подстилке. Генерация однолетняя.

Вредитель преобладает в сухих лишайниковых и вересковых сосновых борах. В неурожайные годы смолевка может откладывать яйца и на верхушечные майские побеги 5—12-летних сосен.

Личинка протачивает сверху вниз ход внутри побега, в результате чего он усыхает. В эти годы смолевка может существенно вредить и культурам.

Шишковая огневка (*Dioryctria abietella*) — бабочка из семейства огневок (Pyralidae). Размах крыльев 25—30 мм. Передние крылья узкие, серые, с двумя поперечными косыми беловатыми полосами с темной каймой. Задние крылья беловато-серые. Гусеница длиной 20—25 мм грязно-красного цвета с темными полосами на спине и по бокам. Голова бурая с двураздельным затылочным щитом. Лёт бабочек в июне — июле. Самки откладывают яйца у основания шишек по 1—8 шт. на каждую. Гусеницы вгрызаются в шишку и объедают чешуйки и семена, но не трогают стержень шишки. Осенью поврежденные шишки буреют и опадают, а гусеницы уходят в землю, где зимуют в плоских шелковистых коконах и весной окукливаются. Генерация однолетняя. Шишковая огневка повреждает шишки ели, сосны, лиственницы, пихты кавказской и сибирской, кедра сибирского и др. Поврежденные шишки буреют, а на их поверхности скапливаются красновато-коричневые кучки экскрементов. Шишковая огневка — один из наиболее опасных вредителей шишек. Распространена во всех хвойных лесах европейской части России и Сибири.

Еловая шишковая листовертка (*Cydia strobilella*) — бабочка из семейства листоверток (Tortricidae) Размах крыльев 16 мм, они серо-бурые с металлическим блеском. На передних крыльях ряд косых волнистых полосок свинцового цвета. Задние крылья с беловатой бахромой. Гусеница желтовато-белая, со светло-коричневой головой. Лёт в мае — июне. Яйца (по 1—6 шт.) бабочки откладывают между чешуйками раскрытых женских почек ели. Гусеницы отрождаются после закрытия чешуи и поворота шишек вершинками вниз. Они питаются сначала мякотью чешуи, а потом уходят в стержень шишки, выедавая его и семена. Зимуют в шишках и весной в них окукливаются. Особенность еловой шишковой листовертки — диапауза ее гусениц, наблюдающаяся в неурожайные для шишек ели годы. В такие годы гусеницы после зимовки весной не окукливаются, а остаются в шишках до следующего года, а иногда и в течение 2 лет. Количество окукливающихся гусениц пропорционально урожаю шишек. Поэтому генерация листовертки может быть одно-, двух- и даже трехлетней. Распространение шишковой листовертки совпадает с ареалом сибирской и европейской елей. По внешнему виду поврежденные шишки мало отличаются от здоровых; единственным признаком служит смола на чешуйках. Опадающие шишки обычно не раскрываются. Еловая шишковая листовертка — опасный вредитель, количество поврежденных ею шишек достигает иногда 60—90%. Такие шишки дают семена пониженной всхожести.

Лиственничная муха (*Lasiomma laricicola*) — небольшое темно-серого цвета насекомое из семейства цветочных мух (Anthomyidae), по внешнему виду напоминающее комнатную муху. Личинка желтовато-белая с вальковатой формой тела, длиной до 9 мм. Период лёта лиственничной мухи совпадает с периодом цветения лиственницы. Яйца самка откладывает между чешуйками шишек. Личинки питаются созревающими семенами лиственниц — сибирской, даурской, курильской. Одной личинки в шишке достаточно, чтобы уничтожить в ней 50—80% семян. В июле — августе личинки заканчивают питание и уходят в подстилку, где окукливаются в ложном коконе (пупарии). Генерация однолетняя, но в любой год некоторая часть куколок в пупариях имеет диапаузу. Шишки и семена повреждаются тем интенсивнее, чем ниже урожай шишек в данном году.

Наиболее хозяйственно значимые виды вредителей желудей — желудевая плодожорка и желудевые долгоносики.

Желудевая плодожорка (*Carpocapsa splendana*) — это бабочка из семейства листоверток (Tortricidae). Размах крыльев от 12 до 22 мм. Передние крылья буро-серые, с двумя свинцовыми блестящими штрихами. У внешнего края крыльев находится желтовато-серое, окаймленное изнутри черным пятно. Задние крылья серые. Гусеница серовато-белая, изредка желтоватая или светлорозовая с темной желто-бурой головой и бородавками по всему телу. Лёт бабочек в июне — июле. Самка откладывает яйца на плюску и плодоножку желудей. В течение 20 дней гусеница плодожорки успевает прогрызть 3—4 желудя и после четвертой линьки прекращает питание. В желуде более одной гусеницы не развивается. Затем она выходит из него (часто до его опадения), прогрызая овальное отверстие, и зимует в хорошо замаскированном коконе в трещинах коры, в прикорневой части деревьев, в кустах подлеска, реже среди опавшей листвы. Окукливается весной следующего года. Генерация однолетняя. Плодожорка широко распространена в ареале дуба. Преобладает в изреженных насаждениях и в наибольшей степени повреждает желуды в верхней части кроны и у опушечных деревьев. Желудь, поврежденный плодожоркой до его полного созревания, можно отличить по очень небольшим зарастающим отверстиям, при этом его поврежденные семейдоли буреют и внутри скапливаются темные экскременты с паутиной. На опавших желудях, из которых вышли взрослые гусеницы, есть овальные выходные отверстия.

Желудевые долгоносики рода *Curculio* из семейства долгоносики (Curculionidae) — небольшие жуки длиной 5—8 мм, ромбической формы с длинной и тонкой головотрубкой. Цвет тела жуков от темно-коричневого до черного. Надкрылья покрыты серовато-желтыми волосками. Личинки беловато-желтые, серпообраз-

но изогнутые, с темной головой. Наиболее известны желудевый (*Curculio glandium*) и ореховый (*C. nucum*) долгоносики. Лёт жуков желудевого долгоносика начинается в конце апреля — мае и длится до сентября. До середины июля жуки проходят дополнительное питание и повреждают нежные личочки, побеги и цветки различных древесных пород (дуба, березы, липы и др.), а затем скапливаются на плодоносящих деревьях дуба, где повреждают семядоли желудей. Во второй половине июля, когда желуди выходят из плюски, достигшей половины нормальной величины, начинается яйцекладка жуков, которая длится до сентября. Самки откладывают одно или несколько яиц под оболочку желудя, иногда в плюску. В малоурожайные годы в один желудь может быть отложено до 20 яиц, чаще 3—8. Развитие личинки продолжается 23—30 дней, после чего она прогрызает круглое отверстие в оболочке желудя и уходит в почву, где остается до следующего года, в июле — августе окукливается. Поврежденные желуди опадают до созревания. В конце августа начинают появляться молодые жуки, которые остаются до весны в почве. Нередко часть личинок впадает в диапаузу и остается зимовать вторично. Длительность развития желудевого долгоносика изменчива. Преобладает двухлетняя генерация с первой зимовкой личинок и второй зимовкой жуков.

Желудевый долгоносик светолюбив; в первую очередь он повреждает желуди на опушечных и одиночно стоящих деревьях дуба. Изреженные чистые насаждения предпочитает густым смешанным. Поврежденные желуди хорошо заметны по бурым пятнам в местах укусов. Они раньше осыпаются, обычно сморщены, многие недоразвиты, внутри них находятся темные экскременты. Если в желуде развивается одна личинка, она повреждает только часть семядолей, и желуди сохраняют способность к прорастанию. При большом количестве личинок в одном желуде он не развивается. Желудевый долгоносик может уничтожить 50—80 % и более урожая желудей. Близкий к нему по биологии ореховый долгоносик (*C. nucum*) повреждает орехи лещины и может также вредить желудям дуба.

Глава 9

Вредители растений в питомниках и молодняках

9.1. Общая характеристика группы

Это неоднородная в экологическом и систематическом отношении сборная группа вредителей, объединенная по признаку возраста повреждаемых молодых древесных растений. В эту группу входят вредители, широко распространенные в питомниках и молодняках искусственного происхождения, способные наносить ощутимый вред растениям. Они встречаются и на подросте, и на деревьях старшего возраста в естественных лесах, но их вредоносность там не столь ощутима. Это исключительно разнообразная в систематическом и экологическом отношении группа. К ней относятся *корневые вредители* (пластинчатоусые, шелконы, чернотелки, медведки и др.); *многоядные вредители всходов и семянцев* (саранчовые, подгрызающие совки, долгоносики, кравчики и др.); *сосущие вредители* (листоблшки, тли, белокрылки, щитовки, мучнистые червецы, войлочники, ложнощитовки, хермесы, плоские клопы); *минеры* (моли-пестрянки, одноцветные моли, чехлоноски, беззубые первичные моли, моли-малютки, настоящие пилильщики, минирующие мушки и др.); *галлообразователи* (галлообразующие тли, орехотворки, галлицы, настоящие пилильщики и др.); *сворачивающие в трубки, оплетающие паутиной, скелетирующие и уничтожающие листву и хвою насекомые* (трубковерты, листоеды, долгоносики, настоящие пилильщики и ткачи-пилильщики); протачивающие побеги, выгрызающие площадки на ветвях и стволиках и выедающие почки насекомые, или *бластофаги* (некоторые листовертки, узкокрылые огневки, короеды корнежилы, долгоносики и др.). Молоднякам вредят также некоторые *стволовые вредители*, выбирающие для заселения тонкие стволики и ветви деревьев (малый тополевый усач и пятнистая тополевая златка), и некоторые массовые *хвое- и листогрызущие насекомые* (многие пилильщики и ткачи-пилильщики и др.). Иногда один и тот же вредитель наносит различные повреждения. Так, опыленный долгоносик повреждает хвою, побеги и корни сосны. Кроме насекомых к вредителям молодых растений относятся галлообразующие и паутиновые клещи (класс паукообразные — Arachnoidea).

Как правило, в питомниках и культурах многие вредители молодых растений приурочены к определенному возрасту растений.

Так, многоядные вредители (некоторые саранчовые и кузнечиковые, жуки-кравчики, свекловичные долгоносики, подгрызающие совки, комары-долгоножки и др.), появляющиеся из окружающих полей, лугов и пустырей, причиняют большой вред молодым растениям в питомниках и культурах в первые годы после посадки до их смыкания кронами, пока не сформировалась лесная среда и лесные виды насекомых не вытеснили обитателей открытых пространств. Другие виды (например, подкорный сосновый клоп, побеговьюны) особенно вредят культурам 5—12 лет. Почвообитающие вредители корней древесных растений вредят растениям и в питомниках, и в культурах на разных этапах их формирования. Роль вредителей возрастает в неблагоприятных условиях местопроизрастания, при нарушении агротехники выращивания посадочного материала и при отсутствии ухода за молодыми растениями в культурах.

9.2. Вредители корневых систем растений

Общая характеристика группы. Корневые вредители относятся к группе почвообитающих насекомых. Для насекомых разных таксономических и экологических групп почва служит либо местом их длительного обитания (личинки пластинчатоусых, многих шелкоунов и других жуков, многих мух и др.), либо местом окукливания или зимовки, либо временным убежищем (многие чешуекрылые, гусеницы которых окукливаются в почве). Среди почвообитающих насекомых есть представители многих отрядов с разными типами питания — растительноядные, хищники, сапро- и копрофаги и др. К вредителям прорастающих семян и всходов относятся личинки комаров из семейства комары-долгоножки. Повреждают корни растений личинки многих видов жесткокрылых из семейств шелкоуны, чернотелки, долгоносики, пластинчатоусые. Некоторые представители семейства пластинчатоусые являются сапро- и копрофагами (навозники, бронзовки и др.). Корневые шейки растений повреждают гусеницы некоторых чешуекрылых из семейства совки, подсемейства подгрызающие, или земляные, совки. Смешанный тип питания имеют в зависимости от обстоятельств представители семейств жужелицы, шелкоуны и чернотелки, некоторые из них хищничают, другие повреждают семена и всходы.

Все почвообитающие насекомые выполняют важную роль в почвообразовании, обогащая почву органическим веществом и воздействуя на ее структуру и порозность. Они передвигаются путем активного прокладывания ходов, при котором раздвигают частицы почвы и измельчают их, или используют существующую

в почве скважность и имеют ряд приспособлений для передвижения. Так, у личинок пластинчатоусых с С-образной формой для предотвращения скольжения тела служат шипики и крючковые щетинки, расположенные на последнем стерните; личинки шелкоунов (проволочники) обладают длинным цилиндрическим телом с плотными хитинизированными покровами и заостренным концом; медведка и жук-навозник имеют копательные передние ноги.

Наибольшее лесохозяйственное значение имеют представители отряда жесткокрылые (пластинчатоусые, шелкоуны и чернотелки). Их яйца, личинки и куколки развиваются в почве. Жуки для питания и спаривания выходят на поверхность. Многие из них (пластинчатоусые и шелкоуны) проходят дополнительное питание на листьях и молодых побегах растений. Оплодотворенные самки снова зарываются в почву для откладки яиц. Вредители корней многоядны, но их выживаемость и плодовитость зависят от качества корма, определенных видов кормовых растений, поэтому и численность отдельных видов вредителей зависит от растительного покрова на лесокультурных площадях, наличия сорняков в питомниках и видового состава древесных пород. Распространение вредителей и формирование их очагов зависят также от механического состава и структуры почв, их температуры, влажности, кислотности и засоленности. Они избегают вечной мерзлоты и болотных почв. Глинистые тяжелые почвы они заселяют в меньшей степени, чем легкие песчаные и супесчаные. Особенно разнообразна и многочисленна фауна почвообитающих насекомых на легких и хорошо гумусированных почвах. Растительноядные насекомые повреждают всходы и сеянцы в питомниках, корни молодых растений в культурах и молодняках естественного происхождения. В сомкнутых насаждениях они вредят редко. Исключение составляет восточный майский хрущ, личинки которого в степной и лесостепной зонах чаще всего обитают под пологом насаждений.

9.3. Характеристика главнейших семейств и видов

Пластинчатоусые (семейство Scarabaeidae). Это большое и разнообразное по образу жизни семейство жесткокрылых. Жуки от небольших до гигантских размеров. Тело выпуклое, довольно короткое, усики слегка коленчатые, с пластинчатой булавой. Передние ноги копательные. Жуки многих видов питаются листьями, цветками и вытекающим соком растений. Личинки имеют толстое тело С-образной формы, белой или светло-желтой окрас-

ки, большую, хорошо развитую голову и три пары ног. Наряду с растительными видами в это семейство входят многие сапро- и копрофаги, представители подсемейства навозники, например, землерой навозный, жук-носорог обыкновенный и часто встречающиеся на соцветиях многих древесных пород и трав очень нарядные, сияющие своими зелеными с бронзовым отливом надкрыльями бронзовки, например бронзовка золотистая. Личинки бронзовок питаются остатками мертвых растений. Продолжительность развития личинок пластинчатоусых колеблется от 1 года до 6 лет. Независимо от длительности жизни личинки линяют 3 раза и после последней линьки окукливаются.

К вредителям корней растений относятся многие представители подсемейства хрущи, среди которых наиболее известны майские хрущи — восточный и западный, серый волосистый, июльский, или мраморный, июньский хрущ, или нехрущ, садовый и рыжий ночной хрущики, цветоеды металлический и луговой, хрущи-корнегрызы, известный вредитель зерновых культур — хлебный кузюк. Личинки пластинчатоусых отличаются между собой по форме тела, форме анального отверстия (однолучевое или трехлучевое) и расположению шипиков на преданальной части брюшка.

Майские хрущи относятся к группе особенно опасных и широко распространенных вредителей корней древесных пород. Это довольно крупные жуки (17—31 мм) с пластинчатыми усиками и выпуклым продолговато-овальным телом черной или красно-бурой окраски, с мелкими прилегающими сероватыми волосками, иногда очень густыми (рис. 7 цв. вкл.). Надкрылья чаще всего красно-бурого или желто-бурого цвета. Личинки крупные, с умеренно толстым и С-образно изогнутым телом.

В России встречается девять видов майских хрущей, из которых большей известностью пользуются опасные враги лесовозобновления и культур различных древесных пород — восточный (*Melolontha hippocastani*) и западный (*M. melolontha*) майские хрущи. Длина тела жуков этих видов 22—28 мм. По внешнему виду и образу жизни они похожи, а личинки их практически неотличимы. На брюшной стороне анального сегмента тела личинки имеются два симметричных продольных ряда по 25—30 мелких конических шипиков в ряду, они сближаются по концам и наполовину своей длины выступают за пределы поля, занятого крошковатыми щетинками. Ширина головной капсулы личинок первого возраста — 2,5 мм; второго — 4 и третьего — 6,5 мм.

Жуков обоих видов можно отличить по форме отростка последнего сегмента брюшка, торчащего из-под надкрыльев (пигидия). У восточного майского хруща он почти отвесный, резко суженный посередине и утолщенный к концу. У западного майско-

го хруща пигидий не имеет перехвата, пологий, более длинный, его вершина вытянута и не утолщена.

Восточный майский хрущ распространен по всей европейской части России, исключая Крайний Север и Предкавказье, заходит за Урал, в Западную и Восточную Сибирь. Он называется еще лесным хрущом, так как тесно связан с лесом, особенно сосновым.

Западный майский хрущ распространен на юго-запад от линии Псков — Смоленск — Харьков — Ставрополь. Он называется полевым хрущом, так как заселяет преимущественно открытые места и часто наносит вред не только лесным, но и сельскохозяйственным культурам.

Наиболее вредоносен в России восточный майский хрущ. Он имеет огромный ареал, в пределах которого его требования к экологическим условиям значительно меняются. В северной части лесной зоны хрущом наиболее заселены старые вырубki, гари с полнотой 0,1—0,2, лесные прогалины, редины, открытые места, прилегающие к лесу, питомники. Он встречается также в изреженных насаждениях типа верескового и лишайникового боров. На суглинистых почвах хрущ, как правило, не встречается. В южной части лесной зоны и северной лесостепи он предпочитает смыкающиеся молодняки и изреженные взрослые насаждения или сильно заросшие сорняками почвы, избегая открытых, хорошо обогреваемых участков, однако на суглинках заселяет открытые редины и прогалины. В южной лесостепи и северной части степной зоны хрущ поселяется под пологом сомкнутых хвойных насаждений, встречается в молодых насаждениях лиственных пород, заселяет возобновляющиеся узкие лесосеки, смыкающиеся культуры и очень редко открытые места, преимущественно в понижениях рельефа на более тяжелых почвах. В южной степи майский хрущ имеет сравнительно небольшое распространение и занимает самые пониженные участки, занятые густыми лиственными насаждениями, хорошо увлажненными и чаще всего расположенными на тяжелых глинистых почвах.

Лёт жуков восточного майского хруща проходит в мае, в степной и лесостепной зонах он начинается со второй половины апреля. Выйдя из почвы, жуки устремляются в крону лиственных деревьев для дополнительного питания. Они предпочитают листья дуба, березы, яблони, тополя, ивы. Лёт длится около месяца, часто прерываясь майскими похолоданиями. Через 12—18 дней после начала лёта, при достижении листьями березы своей половинной величины, начинается копуляция жуков и массовая яйцекладка. Самки откладывают яйца в почву на глубину 10—40 см в два приема. Каждая самка может отложить до 70 яиц. Фаза яйца длится 4—6 недель. Вышедшие из яиц личинки сначала питают-

ся тонкими корешками и гумусом. Как и личинки всех видов пластинчатоусых, они подразделяются на три возраста, живут и растут в почве в течение 3—4 лет, по мере роста переходят на питание более толстыми корнями, причем наибольшей прожорливостью отличаются личинки трехлетки. Личинки многоядны и питаются корнями самых разных растений. Наиболее благоприятны для них корни сосны и березы, содержащие много углеводов и сравнительно мало азотистых веществ, а из травянистых растений — корни вейника. Каждой осенью личинки перемещаются в более глубокие непромерзающие слои почвы (на глубину 80—120 см), а весной снова поднимаются к ее поверхности и остаются весь период питания на глубине 10—20 см. В лесостепи и степи, особенно в засушливые годы и жаркие периоды лета, личинки могут временно мигрировать в более прохладные слои почвы на глубину до 40 см. Перед окукливанием и в период линьки личинки также углубляются в почву. Окукливание личинок происходит в июле — августе, вскоре отрождаются жуки, которые остаются зимовать в почве и вылетают только на следующий год весной.

В северной половине европейской части России и в Сибири генерация хруща пятилетняя, при этом личинки третьего возраста живут 2 полных года, а южнее генерация четырехлетняя, и трехлетки живут один год. Поэтому в почве одновременно можно встретить особей 4 или 5 поколений. В популяциях восточного майского хруща хорошо выражены преобладающие, так называемые господствующие поколения, и соответствующие этому годы массового лёта жуков. Когда лётные годы совпадают с высокими температурами и засухой в мае, яйца откладываются под пологом леса, в достаточно затененных местах, где меньше и медленнее прогреваются и высыхают верхние слои почвы.

По данным А. И. Воронцова (1978), колебания численности у восточного майского хруща носят длительный характер. После периода депрессии численность популяции нарастает очень медленно, затем наступает период кульминации, которая длится около 10—12 лет; весь цикл градации продолжается 23—24 года. Возникновению новых очагов и распространению хруща по территории способствуют концентрированные рубки.

Смертность зимующих в почве жуков и личинок восточного майского хруща часто связана с малоснежными зимами, однако основную роль в снижении численности играют биотические факторы, болезни и энтомофаги. Среди патогенных организмов наиболее известны грибы *Beauveria bassiana* и *B. tenella* (= *B. densa*). Они вызывают мускардиоз — болезнь очень распространенную, особенно в годы с обилием осадков в летне-осенний период. В ряде случаев наблюдается значительная зараженность личинок гельминтами (мермитидами). Бактериальные и вирусные

болезни вызывают смертность личинок старших возрастов. Смертность личинок хруща от паразитов сравнительно невелика, наиболее распространены мухи-дексии и осы-сколии. Роль хищников, обитающих в почве, резко возрастает в связи с применением агротехнических мероприятий (вспашка, рыхление почвы) и т. д. Очень много жуков и личинок истребляется позвоночными, в лесах — барсуками, ежами и кротами, а в питомниках и на открытых местах — летучими мышами, грачами, скворцами и другими птицами (А. И. Воронцов, 1978).

Июньский хрущ (*Amphimallon solstitialis*) — это бурый со светло-желтыми надкрыльями жук, тело покрыто густыми желто-бурыми торчащими волосками, длина его 14—18 мм (рис. 8 вкл.). Лёт жуков в июне — июле, длится около 1—1,5 месяцев. В дневное время жуки питаются листьями деревьев и спустя 5—10 дней после дополнительного питания спариваются. После этого самки зарываются в почву, где откладывают яйца, из которых через некоторое время выходят личинки. Они имеют трехлучевое анальное отверстие и два ряда шипиков, расположенных дугообразно над ним. Личинки дважды зимуют и в последнем третьем возрасте достигают 4,5 см длины. Генерация хруща двухлетняя, а в северных районах лесной зоны Алтая и Западной Сибири — трехлетняя. Хрущ обладает большой биологической пластичностью и встречается в самых разных местообитаниях, но предпочитает сильно задерненные почвы. Личинки с мая до октября держатся у самой поверхности почвы и часто зимуют в ее промерзающем слое. Они питаются корнями самых разнообразных растений и могут достигать высокой численности. В разных по влажности почв местообитаниях часто встречаются совместно с личинками других хрущей, усиливая их вредоносность.

Июльский хрущ, или **европейский мраморный хрущ** (*Polyphyla fullo*), — крупный (длина тела 35—38 мм) светло-бурый или красно-бурый жук с коричневыми надкрыльями и мраморным рисунком из многочисленных белых пятен. Лёт жуков происходит с конца июня до августа. После выхода из почвы жуки проходят дополнительное питание хвоей сосны, реже листьями дуба, ивы и других лиственных пород. После дополнительного питания самки откладывают яйца в почву на глубину 15—30 см по одному, но близко друг от друга. Плодовитость одной самки 25—40 яиц. Фаза яйца длится 3—4 недели. Из яиц в конце июля — августе отрождаются личинки. Личинки имеют однолучевое анальное отверстие, на брюшной части перед ним расположены два коротких ряда симметричных продольных мелких конических шипиков, не выходящих за пределы поля, занятого крючковатыми щетинками. Личинки имеют три возраста и достигают 6,5 см длины. Ширина головы по возрастам — 2,8; 5,3; 8,5 мм. Личинки

питаются корнями древесных пород и травянистой растительности. За период своего развития они зимуют 3 раза, уходя во время высоких летних температур и осенью, перед зимовкой, в более глубокие слои почвы. После третьей зимовки, перелиняв последний раз в июне, личинки окукливаются на глубине 10—30 см и через 3 недели превращаются в жуков, которые сразу же по выходе из куколок покидают почву. Генерация трехлетняя, а в северной части ареала — четырехлетняя.

Июльский хрущ селится исключительно на песчаных почвах, предпочитая открытые или слабозатененные места. В зоне лесостепи очаги его приурочены к прогалинам соснового леса и к открытым местам, причем личинки концентрируются преимущественно вокруг одиночных сосен и возле опушек, а также в понижениях рельефа со значительным запасом гумуса в почве. Их вредоносность особенно проявляется в молодых, не сомкнувшихся кронами сосновых культурах.

Кроме охарактеризованных выше видов пластинчатоусых корням древесных растений в питомниках и культурах вредят многие другие виды. Среди них **волосистые хрущи** (род *Anoxia*) — сравнительно крупные насекомые (длина 17—32 мм) с удлинённым телом черной, черно-бурой и красно-бурой окраски. Надкрылья покрыты светлыми волосками или чешуйками, которые часто образуют желтый или белый рисунок в виде сплошных или многочисленных мелких пятен неправильной формы. Наиболее распространен и имеет лесохозяйственное значение серый волосистый хрущ (*Anoxia pilosa*). Личинки повреждают молодые сосновые посадки, сеянцы в питомниках, наносят вред садам и виноградникам на песках лесостепной и степной зон. Генерация трехгодичная. В питомниках и молодых лесопосадках на юго-востоке страны, в степной, реже лесостепной зонах повреждают молодые растения **жуки-корнегрызы** (род *Rhizotrogus*). Это жуки среднего размера (10—20 мм) с продолговатым выпуклым телом, преимущественно желто-красной и буро-красной или желтой окраски. Надкрылья продолговатые, с явственными ребрами, покрыты беспорядочно рассеянными волосками, иногда голые. Генерация трехгодичная. Наиболее распространены корнегрызы весенний (*Rh. aestivus*) и рыжий (*Rh. aequinoctialis*).

Щелкуны (семейство Elateridae). Включает большое число родов и видов средних и небольших по размеру жуков с различной пищевой специализацией. Жуки отличаются сравнительно узким удлинённо-овальным продолговатым телом, четковидными, пиловидными или гребенчатыми усиками и сильной перетяжкой между переднеспинкой и остальной частью тела. Переднеспинка обычно заметно скошена вниз к основанию надкрыльев. Надкрылья с бороздками, точечными рядами или киями. Лежа

на спине, жуки могут подскакивать, при этом они издают слабый шелчок, за что их называли щелкунами. Личинки желтые, узкие, длинные, цилиндрической или полуцилиндрической формы, жесткие, хитинизированные, с тремя парами ног одинаковой длины. За свой внешний вид они получили название проволочников.

К вредителям корней растений в питомниках и несомкнувшихся культурах относятся многие виды щелкунов. Их видовой состав меняется в пределах различных географических зон. По данным А. И. Воронцова, наиболее распространены щелкуны посевной (*Agriotes sputator*), темный (*A. obscurus*), полосатый (*A. lineatus*), широкий (*Selatosomus latus*), блестящий (*S. aeneus*), серый (*Agrypnus murinus*) и черный (*Athous niger*). Среди щелкунов есть виды со смешанным типом питания, личинки которых способны и хищничать, и повреждать семена и всходы (серый щелкун).

Лёт жуков щелкунов начинается в мае — июне. В это время многие виды проходят дополнительное питание на листьях и хвое древесных пород, выгрызая в их тканях небольшие площадки. Самки откладывают яйца в почву или иной субстрат. Личинки с момента отрождения развиваются в почве от 3 до 5 лет, после чего окукливаются. В поисках благоприятных условий личинки способны передвигаться в почве в вертикальном и горизонтальном направлениях. Большинство видов вредят корням молодых растений в питомниках и полезащитных полосах, в полях и на огородах. Выедая мягкие ткани из корней растений, они измочаливают их, выедают желуди, повреждают семена. Вред усиливается в периоды засух и на сухих почвах, где проволочники питаются особенно интенсивно.

Чернотелки (семейство Tenebrionidae). Жуки и личинки похожи на щелкунов по характеру повреждений и образу жизни. Жуки почти всегда окрашены в черный цвет, за что и получили свое название. Переднеспинка обычно с острым боковым краем, надкрылья нередко срastaются вдоль шва, жуки не летают. Личинки по сравнению с проволочниками имеют более мягкие покровы тела, передняя пара ног длиннее и толще средних и задних. Их часто называют ложнопроволочниками. Это обитатели степей и пустынь. Почвообитающие личинки чернотелок повреждают корни и корневые шейки растений, поедают высевные семена или выедают их. Чернотелки отличаются от щелкунов более коротким циклом развития: 1—1,5 года. Жуки живут по нескольку лет, в то время как фаза личинки длится лишь несколько месяцев. В питомниках и полезащитных полосах наибольший вред наносит песчаный медляк (*Opatrum sabulosum*) в фазе жука и личинки.

Медведки (семейство Gryllotalpidae). Это сравнительно крупные (до 50 мм) насекомые с удлинённым, приспособленным к передвижению в почве телом и копательными передними ногами; грызущие ротовые органы у них направлены вперед, передние крылья короткие, кожистые, задние — длинные, складываются в виде жгутов вдоль тела. На заднем сегменте брюшка длинные придатки — церки.

Наиболее распространена медведка обыкновенная (*Gryllotalpa gryllotalpa*). Как и другие виды медведок, она ведет подземный образ жизни, проделывая в поверхностном слое почвы ходы и поедая встречающиеся по пути части растений. Самки откладывают яйца в подземном гнезде на глубине до 20 см. Плодовитость одной самки 300—350, максимум 600 яиц. Фаза яйца длится 10—20 дней. Личинки живут в гнезде и к концу лета превращаются во взрослых насекомых. Генерация однолетняя, а в северных районах — двухлетняя. И личинки, и взрослые особи зимуют в почве. Медведка встречается преимущественно во влажных пониженных местах, на лугах и в поймах рек; в этих местообитаниях способна наносить значительный вред сеянцам в лесных питомниках и огородным растениям.

9.4. Вредители почек, листьев и хвои, побегов и стволиков молодых растений

9.4.1. Сосущие вредители растений

К группе сосущих вредителей листовых пород относятся многие представители отряда равнокрылые из подотрядов цикадовые (листоблошки, алейродиды, или белокрылки, тли, кокциды), некоторые семейства отряда полужесткокрылые (щитники, щитники-черепашки, слепняки и др.), два семейства отряда акариформные клещи (растительноядные галлообразующие клещи и паутинные клещи).

Повреждение растений сосущими вредителями вызывает обезцвечивание и деформацию листьев, преждевременное опадение цветков, плодов, листьев и хвои, образование галлов, усыхание побегов, ветвей и молодых растений. Многие виды сосущих вредителей способны переносить вирусные и бактериальные инфекции. Их вредоносность особенно велика при повреждении ими молодых растений, плодовых и декоративных пород. Многие сосущие вредители (особенно тли, кокциды и листоблошки) при питании выделяют большое количество «медвяной росы», которая, закупоривая устьица листьев, покрывая ветви и плоды, ухуд-

шает физиологическое состояние растения. На этой «росе» бурно развиваются сапрофитные грибы (сажистый гриб, чернь), которые часто почти сплошь покрывают черным налетом листья деревьев, препятствуя их дыханию.

Тли (подотряд Aphidinea, отряд равнокрылые — Homoptera). Относятся к группе сосущих вредителей растений. Это большая группа разнообразных по строению и образу жизни мелких (длина тела от 0,5 до 7,5 мм), крылатых и бескрылых, часто полиморфных (с наличием нескольких форм у одного вида) насекомых с телом яйцевидной, овальной, реже продолговатой формы. Покровы тлей мягкие, у некоторых видов тело покрыто восковым налетом в виде пыльцы, нежного пушка и восковыми нитями. Цвет их варьирует от бледно-зеленого и желтого до черного. Усики 3—6-члениковые, последний их членик сужен в шпич. Последний членик брюшка или широко закруглен, или вытянут в «хвостик». На четвертом или пятом сегментах брюшка часто имеются соковые трубочки, из которых выделяются жидкие экскременты, охотно поедаемые муравьями, обеспечивающими при этом защиту тлей от врагов. К этому подотряду относятся несколько семейств, очень разнообразных по образу жизни и последствиям наносимых ими повреждений.

Семейство Aphididae. Это наиболее крупное семейство тлей, к которому относятся многочисленные виды тлей, высасывающие соки из листьев (например, яблонная — *Aphis pomi*, липовая — *Eucallipterus tiliae*, дубовая — *Stomaphis quercus*), повреждающие побеги (например, *Cinara cembrae*, *C. pinea*, *C. pini* и др.), галлообразующие тли (например, вязово-осоковая — *Colopha cornipressa* и вязово-злаковая — *Tetraneura* (= *Byrsocrypta ulmi*).

Семейство Pemphigidae. К нему относятся узкая — *Pemphigus spirothecae* и широкая — *P. protospirae* спиральные тополевые тли, образующие спиралевидные галлы на черешках листьев.

Семейство Phylloxeridae. Представлено многими опасными вредителями плодовых пород и винограда, дуба (например, *Phylloxera quercus*) и других лесных и плодовых пород.

Тли обитают на растениях чаще всего большими плотными колониями (рис. 9 цв. вкл.), но есть виды, живущие поодиночке. Жизненный цикл их весьма разнообразен и характеризуется сезонным чередованием обоеполого и девственных поколений. Для многих видов тлей характерна сезонная смена кормовых растений, что отражено в их названиях (например, вязово-злаковая — *Byrsocrypta ulmi*, тополево-салатная — *Pemphigus lactucarius* и др.). Такие виды называются мигрирующими. К немигрирующим видам тлей относятся большая акациевая тля (*Acyrtosiphon caraganae*), галловая дубовая филлоксера (*Phylloxera coccinea*) и многие другие.

Семейство хермесы (Adelgidae). Сюда относится большая группа тлей, развивающихся на хвойных породах. Самые обычные из них — зеленый хермес (*Sacchiphantes viridis*), образующий на побегах ели довольно крупные шишкообразные темно-зеленые бархатистые часто с ярко-малиновыми, буроватыми или желтоватыми краями ячеек галлы (рис. 10 цв. вкл.), и мигрирующий на лиственницу и постоянно обитающий на ели желтый хермес (*S. abietis*), образующий схожие с вышеописанными галлы путем утолщения игл у их основания. На концах галлов хермесов на ели могут быть пучки игл или продолжающиеся побеги. На лиственнице особи желтого хермеса свободно передвигаются по хвое и молодым побегам. К мигрирующим видам хермесов относится также елово-лиственничный хермес — *Adelges laricis* и сибирский хермес — *Pineus cembrae* (рис. 11 цв. вкл.). Особи этих видов, как правило, покрыты белым пушком.

Зимуют тли в фазе яйца на коре, особенно часто около почек и в трещинах коры. Яйца продолговатые, обычно черные. Реже зимуют личинки. Личинки развиваются в самок-основательниц, размножающихся девственным путем (партеногенетически). Из личинок, рожденных основательницей, развиваются бескрылые самки, которые также размножаются партеногенетически и живорождением, образуя целые колонии. При истощении кормовой базы в колонии тлей появляются крылатые самки-расселительницы. Перелетев на другое растение, они образуют новые колонии. В конце лета из личинок возникает обоеполое поколение — самцы и самки тлей. Самки после оплодотворения откладывают зимующие яйца.

Тли обитают преимущественно на листьях и побегах растений. Высасывая соки, они угнетают и ослабляют растения, задерживают их рост, вызывают искривление, сморщивание, скручивание поврежденных листьев и побегов, разрастание тканей и образование галлов, желваков, наростов. Кроме того, многие виды тлей — переносчики вирусных и бактериальных заболеваний. Так, например, переносчиком бактерии *Pseudomonas quercus* — возбудителя поперечного рака дуба — считается тля *Lachnus roboris*. Наибольший вред тли приносят молодым растениям, декоративным и плодовым породам.

Кокциды (подотряд Coccinea, отряд равнокрылые — Homoptera). Включает 7 семейств. Большая часть видов кокцид, повреждающих древесные породы, относится к трем семействам: щитовки, ложнощитовки и мучнистые червецы. Это небольшие по размеру насекомые, отличающиеся своеобразным строением тела. Их самки бескрылы с телом, часто покрытым щитком и восковыми выделениями. Самцы с одной парой крыльев или бескрылые. По сравнению с самками они очень малы и живут всего несколько

дней или часов. Личинки и самки неподвижны или малоподвижны, нередко напоминают наросты на коре или лишайники. Это опасные сосущие вредители растений в плодоводстве, цветоводстве, городских насаждениях и лесном хозяйстве.

У щитовок тело покрыто щитком, который образуется из остающихся после линьки личинки шкурки, а также из восковых и других выделений кожных желез. Такой щиток не является составной частью тела и поэтому легко отделяется.

Ложнощитовки не имеют щитка, но верхняя поверхность их тела сильно хитинизирована, тверда и внешне напоминает щиток.

У мучнистых червецов тело покрыто восковидными выделениями в виде мучнистого налета.

У большей части видов червецов и щитовок генерация одногодная. Зимуют кокциды в фазе яйца (запятовидная и ивовая щитовки), личинок (ложнощитовки) и взрослых самок (фиолетовая щитовка). Размножение с оплодотворением или партеногенетическое. Плодовитость их очень велика. Одна самка может отложить свыше 2 000 яиц. Щитовки откладывают яйца под щиток, ложнощитовки — под свое тело. Продолжительность развития яиц весьма различна: у запятовидной щитовки — несколько месяцев, у акациевой ложнощитовки — около 2 недель.

Период появления личинок у некоторые виды довольно короткий: личинки отрождаются дружно в течение нескольких дней (запятовидная щитовка); у других в связи с тем, что откладка яиц происходит неодновременно, отрождение личинок растягивается на месяц (ложнощитовка акациевая). Личинки первое время после выхода из яйца и до начала питания подвижны (за что их называют «бродяжками»). Выйдя из-под щитка, расползаются по растению (см. рис. 24 цв. вкл.) и вскоре плотно присасываются к коре побегов, ветвей и стволов, оставаясь на этом месте до конца жизни.

Кокциды часто распространяются с посадочным материалом и тарой, подвижные личинки разносятся ветром. Большинство кокцид многоядно. Поселяясь на стволах и ветвях, кокциды высасывают сок из проводящих тканей. Со временем это приводит к отмиранию коры и луба, искривлению и усыханию побегов. Нередко щитовки, размножаясь в массовом количестве, так густо покрывают поверхность ветвей, стволов и побегов, что кора под их слоем совершенно не видна. У сильно пораженных деревьев снижается годовой прирост, листья уменьшаются в размере, хвоя осыпается, кора трескается и в конечном счете часть ветвей или дерево в целом усыхают.

Наиболее известны и широко распространены в питомниках, культурах, естественных молодняках и средневозрастных насаж-

дениях представители нескольких семейств: из семейства щитовки (*Diaspididae*) — запятовидная (*Lepidosaphes ulmi*), ивовая (*Chionaspis salicis*), ложнокалифорнийская (*Quadrastipidiotus ostreaeformis*), калифорнийская (*Q. perniciosus*), еловая (*Nuculaspis abietis*) щитовки; из семейства подушечницы и ложнощитовки (*Coccidae*) — акациевая ложнощитовка (*Parthenolecanium corni*), еловая ложнощитовка (*Physokermes piceae*), березовая подушечница (*Pulvinaria betulae*); из семейства мучнистые червецы (*Pseudococcidae*) — кленовый мучнистый (*Phenacoccus aceris*); из семейства войлочники (*Eriosoccidae*) — вязовый войлочник (*Gossyparia spuria*); из семейства кермесы (*Kermococcidae*) — северный кермес (*Kermococcus quercus*) и др.

Запятовидная щитовка (*Lepidosaphes ulmi*) повреждает почти все лиственные породы, в том числе плодовые породы, рябину, липу, березу, тополь, многие виды кустарников и др. Она названа так за форму щитков самок, они коричневые, до 3 мм длиной (рис. 12 цв. вкл.). Из зимующих яиц в период цветения яблони появляются бродяжки. Их активность продолжается не более 10 дней, затем личинки дважды линяют, лишаются усиков и ног, постепенно покрываются плотным щитком из восковых нитей. В июле появляются самки, вскоре откладывающие яйца. Генерация одногодная.

Ивовая щитовка (*Chionaspis salicis*) также многоядна, но предпочитает осину, тополь, иву, часто встречается на старых побегах и стволиках черной смородины. У самок грушевидные по форме щитки белого цвета иногда сплошь покрывают стволы чаще всего ослабленных или старых деревьев, а также стволы угнетенного подростка лиственных пород под пологом леса. Ее биология сходна с биологией предыдущего вида.

Акациевая ложнощитовка (*Parthenolecanium corni*) широко распространена в лесостепи и степной зоне, где повреждает многие лиственные породы (белая акация, клен, ясень, тополь, лещина, хурма и др.). Под влиянием вредителя угнетаются, отстают в росте и усыхают ветви и молодые растения. На ветвях и побегах находятся широкоовальные, сильно выпуклые коричневые с темными полосками щитки (рис. 13 цв. вкл.), длиной 3—6,5 мм. Генерация одногодная.

Листоблошки, или медяницы (подотряд *Psyllinea*). Мелкие (до 3 мм) сосущие насекомые из отряда равнокрылые хоботные. Взрослые медяницы с двумя парами крыльев, складывающихся крышеобразно, и прыгательными задними ногами.

Зимуют взрослые насекомые в трещинах коры деревьев и под опавшими листьями. Весной в период набухания почек перезимовавшие самки приступают к откладке яиц, чаще всего у основания почек. Самки последующих поколений откладывают яйца

на листья, размещая их преимущественно около центральной жилки.

Личинки и нимфы листоблошек питаются на нижней стороне листьев, черешках, цветоножках и побегах. Следы их повреждений — многочисленные светлые пятна, часто группирующиеся на периферии листовой пластинки. Повреждают листоблошки многие породы, в том числе плодовые (яблоню, грушу и др.), декоративные (сирень) и лесные (липу, березу и др.). Высасывая соки из листьев растений, они вызывают изменение нормальной формы листьев, загрязняют листья и бутоны сладкими липкими выделениями (медвяная роса), на которых развиваются сажистые грибы, образующие темный налет. Это вызывает опадение листьев, цветков и завязей, уродливость плодов и усыхание побегов. У поврежденных деревьев резко уменьшается прирост.

Растительоядные клещи (семейство *Eriophyidae*, отряд акариформные клещи, класс паукообразные). Это группа очень мелких клещей с двумя парами ротовых придатков и четырьмя парами ног. При повреждении ими листьев многих растений они образуют галлы, похожие на рожки, бородавки и войлочки (рис. 14 и 15 цв. вкл.). Рожковидные галлы образуют липовый рожковидный (*Eriophyes tiliae* var. *rudis*) и черемуховый галловый (*E. padi*) клещики; галлы в виде бородавок — липовый (*E. tetratrichus stenoporus*) и вязовый (*E. ulmicola*) бородавчатые и березовый галловый (*E. laevis lionotus*) клещики; галлы в виде войлочков — липовый жилковый (*E. tilie nervalis*), березовый (*E. rudis*), липовый (*E. tiliae liosoma*) и кленовый (*E. macrochelus eriobius*) войлочные клещики.

Цвет галлов у разных видов изменяется от зеленого до желтоватого, ржаво-коричневого и карминно-красного. Галлы могут быть расположены только с одной верхней или нижней или на обеих сторонах листа.

Вредоносность галлообразующих клещей заключается в нарушении ими декоративности растений и в незначительной степени сказывается на приросте побегов, особенно у молодых растений. Некоторые виды растительоядных клещей способны быть переносчиками вирусных и бактериальных болезней, вызывая совместно с патогенами разрастание тканей на побегах и ветвях древесных пород.

Паутинные клещи (семейство *Tetranychioidea*, надсемейство растительоядные клещи, отряд акариформные клещи — *Acari-formes*). Размер тела очень небольшой — от 0,3 до 1 мм, тело округлое, уплощенное, от желтоватого до ярко-оранжевого или красного цвета. У основания сросшихся педипальп имеется паутинная железа. Паутина служит им для защиты и расселения с потоками воздуха. Они встречаются как на лиственных, так и на

хвойных древесных растениях, дают несколько поколений в год, вредят древесным и травянистым растениям, большой вред приносят растениям в теплицах и оранжереях и комнатным цветам. Прокляывая хелицерами (передними парами головных конечностей) эпидермис листьев или хвои, клещики высасывают содержимое клеток. Листья и хвоя буреют, покрываются паутиной (рис. 16 цв. вкл.) и преждевременно опадают. В справочнике «Вредители леса» перечислено около 40 видов паутиных клещей, в том числе еловый (*Paratetranychus ununguis*) и повреждающий листья розы клещик *Epitetranychus althaeae*.

Семейство плоские клопы (Aradidae). Один из главнейших сосущих вредителей сосновых молодняков — *подкорный сосновый клоп* (*Aradus cinnamomeus*). Его особи отличаются малыми размерами (3,5 — 5 мм), красновато-коричневым под цвет сосновой коры плоским телом, колюще-сосущим ротовым аппаратом, щетинки которого, выдвигаемые из хоботка при питании, в несколько раз длиннее тела. В покое хоботок подогнут под голову. Для взрослых особей клопа характерен полиморфизм: имеются две формы самок — хорошо летающие длиннокрылые и нелетающие короткокрылые, а также более мелкие по размерам и нелетающие самцы. Личинки имеют пять возрастов и встречаются на стволах сосенок вместе со взрослыми особями, отличаясь меньшими размерами и красноватой окраской тела. Генерация двухлетняя.

Подкорный сосновый клоп обитает в молодняках сосны, преимущественно искусственного происхождения, по южным опушкам и склонам, в лишайниковых и мшистых сосняках. Для заселения он выбирает стволы молодых сосен, где уже образовались чешуйки коры, которые служат ему укрытием (рис. 17 цв. вкл.). Максимальной численности его популяции достигают к 12—18-летнему возрасту культур, а к 30 годам его численность постепенно уменьшается, и очаги затухают. По мере взросления деревьев клоп меняет свое расположение на деревьях, предпочитая участки ствола с тонкой и чешуйчатой корой. В действующих и затухающих очагах клопа наблюдается суховершинность и повышенный отпад деревьев. Молодняки естественного происхождения повреждаются клопом значительно реже, при этом чаще заселяются обособленные биогруппы и одиночно растущие молодые сосны на вырубках и в окнах материнского полога. Для зимовки клопы спускаются в подстилку возле ствола сосны и в трещины коры в его самой нижней части. Рано весной, еще до полного схода снегового покрова, начинается подъем клопов по стволам сосны с мест зимовки. Взрослые особи тут же приступают к спариванию. Плодовитость одной самки 16 — 28 яиц. Яйца помещаются на внутренней поверхности чешуек коры, они так же, как ли-

чинки первого возраста, отличаются ярким красно-оранжевым цветом покровов. Массовое отрождение личинок происходит в конце мая — начале июня, их питание продолжается вплоть до ухода на зимовку в ноябре. Перезимовавшие личинки в середине мая линяют и через месяц превращаются во взрослых клопов, которые приступают к размножению только на следующий год. Клоп расселяется, формируя новые очаги с помощью длиннокрылых самок, способных к перелетам. В популяциях клопа обычно выражено одно господствующее по уровню численности так называемое летнее поколение.

Клоп повреждает стволы деревьев, высасывая содержимое клеток живых тканей. В местах высасывания образуется раневая паренхима, прерывающая водопроводящие пути и препятствующая подаче воды из корней в крону. В начальной стадии повреждения на поверхности древесины под корой появляются серебристо-белые пятна, постепенно желтеющие, а затем буреющие. Под корой образуются различной величины полости, заполненные смолой. В дальнейшем кора растрескивается, образуя смолоточащие язвы. Прирост деревьев падает, побеги укорачиваются, и вершина часто усыхает. Наибольшая вредоносность клопа проявляется в сосновых культурах степной и лесостепной зон. В лесной зоне он встречается при хорошей освещенности деревьев в разреженных сосняках на бедных и сухих почвах и на семенных плантациях сосны. Естественные враги клопа — насекомоядные птицы, в том числе синицы и пищухи, хищные энтомофаги — верблюдки, хищные клопы и др. Зимующие в почве особи поражаются энтомофторовыми грибами.

9.4.2. Грызущие вредители растений

Эта группа вредителей также чрезвычайно разнообразна как в систематическом и экологическом отношении, так и в образе жизни, типах наносимых растениям повреждений и приносимому вреду. Сюда относятся насекомые, скелетирующие листву и выедающие площадки на листьях, хвое, побегах и стволиках молодых растений, протачивающие сердцевину побегов, образующие мины в тканях листьев и хвои и галлы на разных частях растений.

Листоеды (семейство Chrysomelidae). Это жуки небольших размеров, с овальной или яйцевидной формой тела, часто с яркоокрашенными надкрыльями (рис. 18 и 19 цв. вкл.). Ноги ходильные за исключением некоторых видов (земляные блошки), у которых задние ноги прыгательные.

Большинство листоедов зимует в фазе жука под опавшей листвой и в лесной подстилке. В апреле — мае жуки выходят с мест

зимовки и начинают питаться молодыми листьями, скелетируя их (рис. 20 цв. вкл.) или выедавая в них дырки неправильной формы. Вскоре они приступают к спариванию. Самки откладывают яйца кучками, до 70 штук в одной кладке, прикрепляя их к верхней и нижней сторонам листа. Яйца продолговато-овальной формы, желтого или оранжево-желтого цвета. Личинки с грудными ногами, мокрицеобразные, с продолговатым или удлиненным, несколько расширенным спереди и суженным сзади телом, покровы тела с волосистыми бородавками. Цвет личинок варьирует от светло-желтого до темного. Личинки, обитая на листьях одиночно или группами, скелетируют их. Взрослые личинки окукливаются, повисая на листьях вниз головой, или в почве на глубине 2—3 см. У многих видов листоедов во второй половине лета появляется новое поколение. Молодые жуки второго поколения питаются листьями до июля — августа, затем уходят на зимовку. В южных районах России у ряда видов возможны три поколения в год, а в северных — только одно. В отдельные годы листоеды имеют высокую численность и сильно повреждают листья, почки и даже молодые побеги. В лесах наиболее распространены следующие виды листоедов: дубовый блошак (*Haltica quercetorum*), берестовый (*Galerucella* (= *Xanthogaleruca*) *luteola*), фиолетовый ольховый (*Agelastica alni*), красные тополевы (*Melasoma* (= *Chrysomela*) *tremulae*) и осиновый (*M.* (= *Ch.*) *populi*), калиновый (*Pyrrhalta viburni*) листоеды. Значительный вред они причиняют лишь молодым растениям в питомниках и культурах, подрослу и декоративным насаждениям.

Трубноверты (семейство Attelabidae, отряд жесткокрылые — Coleoptera). Небольшие жуки, похожие на долгоносиков по форме тела и хорошо выраженной головотрубке. Усики булавообразные не коленчатые, окраска тела яркая или металлически блестящая (рис. 21 цв. вкл.). Голова трубковертов иногда удлинена в теменной части, надкрылья значительно шире переднеспинки и не прикрывают последних сегментов брюшка.

Жуки откладывают яйца в конвертики (рис. 22 цв. вкл.) или трубки, свернутые с помощью клейкой слюны, в этом виде листовые ткани долго сохраняют свои пищевые свойства для обитающих в них личинок. На подросте осины и березы в лесу можно часто встретить характерные следы повреждений листьев многоядного (*Byctiscus betulae*), осинового (*B. populi*), черного березового (*Deporaus betulae*) трубковертов — свернутые из одного или нескольких листьев трубки, «пирожки» или «конвертики».

Минеры. Это сборная группа насекомых из отрядов бабочки, перепончатокрылые, двукрылые и жесткокрылые. Они отличаются мелкими размерами, и их личинки прогрызают ходы и полос-

ти внутри растительных тканей (мины), преимущественно в листьях и хвое древесных растений.

Мины, прогрызаемые в тканях листьев, имеют самую разнообразную форму, связанную с таксономическим положением и образом жизни личинок. Они бывают узкие — змеевидные, лентовидные, спиралевидные и широкие — округлые, звездчатые и др. Расположены мины на верхней или на нижней стороне листа или бывают мешковидными, двусторонними. Поверхность мины плоская или слегка вздутая и неровная — пузыревидная или складчатая. Мины могут находиться с краю листа или между его жилками, в них иногда видны экскременты личинок в виде нитевидных полос или крупинок. По отношению к цвету повреждаемых ими листьев и хвоинок мины, как правило, более светлые — беловатые, желтоватые или зеленоватые, а иногда бурые и коричневые. По особенностям строения и положения мины на листе и строению и типу находящейся в ней личинки с большей или меньшей вероятностью можно определить вид минера. Личинки большей части видов минеров проводят в минах весь цикл развития, другие виды из огрызков пищи и шкурочек, оставленных ими после линьки, строят специальные чехлики, куда помещают большую часть тела, передняя часть при этом остается в тканях листа или хвои, там же в чехлике они и окукливаются (семейство чехлоноски, или чехликовые моли).

Минерами из отряда **перепончатокрылые** является большая группа минирующих пилильщиков (семейство **настоящие пилильщики** — Tenthredinidae): дубовый (*Profenusa rugmaea*), ольховый (*Phyllotoma vegans*), кленовый (*Ph. aceris*), осиновый (*Ph. ochropoda*), вязовый (*Fenusa ulmi*), липовый (*Parna tenella*), минирующие пилильщики, кленовый пузырчатый пилильщик (*Messa hortulana*), березовый большой минирующий пилильщик (*M. (= Scolioneura) betuleti*). Их мины чаще всего пятновидные с хорошо заметными на просвет крупинками экскрементов (рис. 23 цв. вкл.). Хвою молодых деревьев ели повреждает еловый обыкновенный пилильщик (*Nematus* (= *Lygaeonematus*) *abietinus*), его личинки полностью выедают внутренние ткани хвоинок.

Из отряда **чешуекрылые** к минерам относится большая группа семейств мелких бабочек. Это семейство **чехлоноски**, или **чехликовые моли** (Coleophoridae), например, березовая коричневая чехлоноска (*Coleophora fuscedinella*), листовенничная чехликовая моль (*C. laricella*); семейство **моли-нестрянки** (Gracillariidae) — сиреневая (*Gracillaria syringella*), осиновая (*Phyllonorycter* (= *Lithocolletis*) *sagitella*), липовая (*L. issikii*) (рис. 24 цв. вкл.), тополевая нижнесторонняя (*Ph.* (= *L.*) *populifoliella*) (рис. 25 цв. вкл.), вязовая (*Ph.* (= *L.*) *agilella*), ивовая большая (*Ph.* (= *L.*) *pastorellamu*), хвостоносная акациевая (*Micrurapteryx gradatella*) и другие; семей-

ство *одноцветные моли-минеры* (Tischeriidae), например, дубовая одноцветная моль (*Tischeria ekebladella*); семейство *беззубые первичные моли* (Eriocraniidae), например, волосатая минирующая первичная моль (*Eriocrania semipurpurella*); семейство *моли-малютки* (Nepticulidae), например, ильмовая (*Stigmella* (= *Nepticula*) *viscerella*) и вязовая спиральная (*S.* (= *N.*) *ulmivora*) моли-малютки.

Моли-пестрянки отличаются пятновидными минами, размещающимися по несколько на листьях. Среди перечисленных видов тополевая нижнесторонняя и липовая моли-пестрянки способны резко повышать численность, образуя длительно действующие, но локальные очаги чаще всего в городских тополевых насаждениях и на подросте осины и липы в лесопарках. Образованию долго действующих очагов тополевой моли-пестрянки способствует высокая степень ее адаптации к городским условиям. Зимую в фазе имаго, она находит благоприятные условия для перезимовки на чердаках домов и даже в квартирах, куда бабочки охотно залетают во время массового лета.

Чехлоноски отличаются от всех других тем, что ведут полускрытый образ жизни. Гусенички выстраивают для себя небольшие чехлики из тканей листьев и хвои, паутины и экскрементов. В них помещается задняя часть тела гусеничек, тогда как переднюю часть они погружают в ткани листа или хвои, выедавая их. Гусеницы последних возрастов листовенничной чехликовой моли покидают свой чехлик и минируют или полностью съедают хвою листовенницы.

Примером минёров, относящихся к отряду *жесткокрылые*, могут служить минирующая златка (*Trachys minuta*) и слоники-блоски ивовый (*Rhynchaenus salicis*) и тополевый (*Rh. populi*).

Пример минеров из отряда *двукрылые* — представители семейства *минирующие мушки* (Agromyzidae), например, березовая минирующая мушка (*Agromyza alnibetulae*). Личинки этого семейства выгрызают в листьях длинные и узкие змеевидные постепенно расширяющиеся мины.

Многие виды минёров способны к периодическим подъемам численности. Очаги массового размножения зафиксированы у вязового и березового большого минирующего пилильщика, елового обыкновенного пилильщика, молей чехлоносок березовой и листовенничной, многих видов молей-пестрянок, например, у тополевой нижнесторонней, липовой и вязовой, у дубовой одноцветной и дубовой побеговой моли, волосатой минирующей первичной моли и др. При массовом поражении минёры часто вызывают преждевременное опадание листвы, снижают прирост и декоративность древесных растений. Некоторые виды минёров благодаря скрытому образу жизни личинок устойчивы к загряз-

нению среды и часто образуют свои очаги в декоративных насаждениях и лесопарках города (лиственничная чехлоноска, тополевая и липовая моли-пестрянки и др.).

Галлообразователи. К этой группе относятся насекомые и галлообразующие клещи, способные вызывать новообразования на тканях растений. Они появляются на листьях, почках и побегах растений в результате раздражения тканей, вызванного укусом или уколом яйцеклада. Эти новообразования называются галлами. Галлы бывают одно- и многокамерные, закрытые и открытые (с отверстием), шарообразные, лепешковидные, в виде войлочков и бородавок, рожков, спиралей и вздутый.

Галлообразователи — чрезвычайно разнообразная по своему таксономическому положению и образу жизни группа. Некоторые из них уже были кратко охарактеризованы выше при изложении материала о сосущих вредителях, чьи повреждения также вызывают образование галлов. Как и минёры, это очень небольшие по размеру насекомые. Наиболее распространенные семейства галлообразователей описаны ниже.

Галлицы (семейство Cecidomyiidae, отряд двукрылые — Diptera) — очень мелкие комаровидные насекомые с сильно редуцированным жилкованием крыльев и четковидными усиками, самки часто с яйцекладом. Ряд видов галлиц образует галлы в виде орешков на пластинках и черешках листьев, например галлица Реомюра — *Didymomyia reaumuriana*, осиновая шаровидная галлица — *Harmandia globuli* (рис. 26 цв. вкл.), осиновая черешковая галлица — *Syndiplosis petioli* и др.

Орехотворки (семейство Сynipidae, отряд перепончатокрылые) — мелкие насекомые с двумя парами перепончатых крыльев с редуцированным жилкованием, их переднеспинка обычно узкая, сильно выемчатая, брюшко обычно короткое, сдавленное с боков, усики не коленчатые.

Большинство орехотворок развивается на листьях, почках и побегах, иногда на корнях древесных пород, вызывая образование галлов разного размера и формы, в которых питаются личинки. Орехотворкам свойственны чередование обоеполых и однополых поколений часто со сменой кормовых растений, заселяемых частей растений и формы галлов. Шарообразные сочные с гладкой или мелкобугорчатой поверхностью зеленые или красноватые галлы диаметром до 2 см и более образует яблоковидная орехотворка (*Diplolepis quercus-folii*) (рис. 27 цв. вкл.). В центре галла расположена камера, в которой находится маленькая червеобразная личинка. Лепешковидные галлы, расположенные сверху и снизу листьев дуба, желтоватые или ярко-малиновые, с редкими волосками или голые, с небольшим возвышением посередине, принадлежат лепешковидной (*Neuroterus albipes*), а гал-

лы с углублением посередине и с толстыми и плотными стенками, покрытыми прилегающими волосками, — нумизматической (*N. numismalis*) орехотворкам. Галлы на почках дуба в виде шишки хмеля образует шишковидная орехотворка (*Andricus foecundatrix*), а расположенные на концах побегов дуба желтые, позже коричневые многокамерные галлы в виде больших (до 5 см) зубчатых орехов — корневая орехотворка (*Biorrhiza pallida*), одно из поколений которой развивается на корнях дуба.

Орехотворки особенно сильно вредят декоративным насаждениям и молодым растениям в питомниках и культурах. У поврежденных растений преждевременно опадают листья, снижается декоративность и прирост в связи с вынужденным расходом запасных питательных веществ и энергии на образование галлов.

Вредители луба и коры побегов, ветвей и стволиков древесных растений (в молодняках искусственного и естественного происхождения). Это в основном представители отрядов чешуекрылые и жесткокрылые.

Побеговьюны (семейство листовертки — Tortricidae) — бабочки, гусеницы которых повреждают почки и молодые побеги различных видов сосен. Питаясь содержимым почек и сердцевинной растущих побегов, гусеницы побеговьюнов вызывают искривленность вершин и стволиков, способствуют образованию двойчаток, многовершинности, чрезмерной суковатости деревьев, снижению прироста. В пределах ареала сосны обыкновенной вредители распространены повсеместно.

Чаще всего встречаются побеговьюны зимующий (*Rhyacionia buoliana*), летний (*Rh. duplana*), почковый (*Blastesthia turionella*) и смолевщик (*Retinia resinella*). Они хорошо различаются по характеру наносимых повреждений. Гусеницы зимующего побеговьюна питаются преимущественно нижней частью растущих побегов. Подъеденные побеги часто надламываются у основания, вершины их изгибаются, позже снова принимая вертикальное положение. Для летнего побеговьюна характерно повреждение верхних частей побегов сосны, вследствие чего они искривляются или отмирают. Гусеница почкового побеговьюна выедает почки на центральных и боковых побегах. Побеговьюна-смолевщика легко отличить от остальных видов по характерному смолянному наплыву — галлу, прикрывающему место втачивания гусеницы на побеге.

Три первых вида побеговьюнов имеют однолетнюю генерацию, а смолевщик обычно развивается в течение двух лет. Раньше других начинается лёт бабочек летнего побеговьюна — с середины апреля до конца мая. Затем происходит лёт почкового побеговьюна и смолевщика — с мая до середины июня. Позже других летает зимующий побеговьюн: конец июня — июль. Число яиц, откладываемых одной самкой, 75 — 100 шт. Эти вредители чаще все-

го развиваются в несомкнутых или изреженных сосновых культурах, произрастающих на бедных и сухих песчаных почвах. Численность побеговьюнов в значительной степени регулируется паразитами. Бабочек уничтожают летучие мыши, стрекозы и пауки. Гусениц побеговьюнов поедают насекомоядные птицы.

Сосновая побеговая огневка (*Dioryctria mutata*, семейство узкокрылые огневки — Phycitidae) — бабочки, откладывающие яйца на тонкую кору стволиков молодых сосен, возле почек, на внутреннюю сторону хвоинок или у их основания. Массовый лёт и яйцекладка наблюдаются в конце июля — начале августа. Гусеницы побеговой огневки имеют на теле темные продольные полосы, одну более широкую на спине и две — по бокам. Они внедряются в мутовки молодых сосен, где протачивают ходы и питаются лубом коры, выедают почки, вгрызаются внутрь молодых побегов. Особенно предпочитают ослабленные сосенки, привитые или с механическими повреждениями стволика. В местах повреждений обильно выделяется смола. Ощутимый вред огневка приносит в несомкнутых культурах и особенно на семенных плантациях сосны, где в первую очередь выбирает для заселения привитые сосенки. Повреждения вызывают искривление и усыхание побегов (рис. 28 цв. вкл.), почек, а при высокой плотности гусениц они могут окольцовывать своими ходами мутовки и стволики молодых сосен, нарушая их нормальный рост и приводя их к гибели.

Еловая лубоедная листовертка (*Cydia* (= *Laspeyresia*) *raccolana*, семейство листовертки — Tortricidae) питается сходным с сосновой огневкой образом. Повреждает мутовки и межмутовочные побеги 8 — 12-летних деревьев ели, протачивая там ходы в коре и лубе, снаружи выступает смола, места повреждений часто утолщаются. У входных отверстий скапливаются экскременты гусениц, скрепленные паутиной.

Дубовая побеговая моль (*Stenolechia gemmella*, семейство выемчатокрылые моли — Gelechiidae) представляет собой особый случай среди минеров из отряда чешуекрылые. Так же как побеговьюны, ее гусеницы протачивают основную часть своего хода в сердцевине молодых побегов дуба, которые вследствие этого желтеют и усыхают. При этом крона дуба приобретает характерный вид: по периферии кроны появляются многочисленные усохшие концевые побеги, что в некоторой степени снижает прирост и декоративность деревьев дуба.

Долгоносики (Curculionidae). Это обширное семейство растительноядных жуков характеризуется большим экологическим разнообразием, среди них широко представлены опасные вредители сельскохозяйственных растений, плодовых и лесных древесных пород.

Семейство долгоносики (или слоники) делится на два отдела, отличающихся морфологическими и биологическими особенно-

стями и путями эволюции: короткохоботные (*Adelognatha*) и длиннохоботные (*Phanerognatha*). К короткохоботным относится ряд видов, вредящих хвойным молоднякам. К числу вредителей молодых растений из этой группы А. И. Воронцов (1978) относит представителей нескольких родов.

Долгоносик-скосарь (*Otiorrhynchus niger*, *O. ovatus*) — жуки, весной объедающие хвою, кору и побеги сеянцев хвойных пород, особенно ели. Личинки живут в почве и питаются корнями растений. У них одногодная генерация, зимуют чаще всего жуки.

Серый сосновый долгоносик (*Brachyderes incanus*) — жуки, появляющиеся в мае и питающиеся хвоей молодых сосен, выгрызая ее в виде глубоких ямок по всей длине. Самки откладывают яйца в почву, где живут личинки, питающиеся тонкими корнями сосны и других хвойных пород. Генерация одногодная.

Яйцевидные долгоносики (*Strophosoma capitatum*, *S. rufipes*). По образу жизни похожи на серого соснового долгоносика, повреждают хвою, почки и кору сеянцев.

Сосновый шаровидный долгоносик (*Cneorrhinus globatus*) ведет такой же образ жизни, как предыдущие виды.

К длиннохоботным долгоносикам относится много вредных видов; особенно опасны для молодых культур хвойных пород представители родов *Callirus* (= *Hylobius*); *Pissodes* и *Magdalis*.

Род ***Callirus*** (= ***Hylobius***) включает ряд вредителей хвойных пород, сходных по своей биологии: *H. abietis*, *H. pinastri*, *H. albosparsus* и др.

Большой сосновый слоник (*Callirus* (= *Hylobius*) *abietis*) — жук с яйцевидным темно-бурым телом длиной 7 — 14 мм. Надкрылья точечно-бороздчатые с двумя поперечными полосами, состоящими из желтых чешуек, и с пятнышками того же цвета. В течение жизни они стираются. Голова вытянута в довольно длинную головотрубку. Личинки белые, безногие, серпообразно изогнутые, с коричневой головой.

В мае жуки выходят из лесной подстилки, где зимуют, и приступают к дополнительному питанию на подросте и молодых деревьях сосны и других хвойных пород, выгрызая глубокие площадки до 5 мм² в коре, на ветвях и по всему стволу (рис. 29 цв. вкл.) Края площадок неровно изъедены, и они сразу же заплывают смолой. Сильно поврежденные жуками деревья обычно усыхают. Жуки активны и хорошо летают только в мае, во время массового лета. В остальное время они не теряют способности к полету, но обычно только ползают по земле. Дополнительное питание жуков чередуется со спариванием и откладкой яиц. Период откладки яиц у жуков долгоносика растянут. Самки откладывают яйца в область корневой шейки ослабленных деревьев, в корневые лапы и надземную часть пней свежесрубленных деревьев хвойных пород.

Вылупившиеся через 2 — 3 недели личинки в течение довольно длительного времени прокладывают в корнях пней и усыхающих деревьев сверху вниз длинные (до 1,5 м) ходы, заполненные буровой мукой. Ходы продольные, постепенно расширяющиеся, задевающие сначала луб, а затем заболонь. Личинки заканчивают питание осенью или продолжают его весной. Обычно в августе появляются молодые жуки, зимующие в лесной подстилке. Таким образом, развитие заканчивается в 14 — 15 месяцев, а общая генерация (включая зимовку неполовозрелых жуков) двухлетняя. Описанный цикл развития наблюдается на пнях осенне-зимних вырубок и называется нормальным. На летних рубках яйцекладка у самок происходит в июле — августе, развитие жуков заканчивается только на третий год, и личинки зимуют дважды. Генерация длится 2,5 — 3 года. Такой цикл развития Г. Э. Озолс (1967) называет измененным.

По мнению А. И. Воронцова (1978), на сроки развития долгоносиков кроме времени рубки лесосек большое влияние оказывают гидротермический режим почвы, размеры пней и сомкнутость насаждения, если яйца отложены в местах выборочных или постепенных рубок и на гарях. В природе обычно одновременно встречаются жуки разных поколений, отличающиеся между собой по цвету тела, степени его волосистости и рисунку на надкрыльях. Жуки после двух-трехкратной зимовки становятся черными, лишенными волосков.

Жуки активны и хорошо летают только в мае, во время массового лета. В остальное время они не теряют способности к полету, но обычно только ползают по земле. Подвижность их усиливается в сумерки и ночью. По данным Н. З. Харитоновой (1965), оптимальные условия для передвижения создаются при освещенности до 1 000 лк.

Большой сосновый слоник наносит вред молодым сосновым культурам и естественному возобновлению на рубках во время дополнительного питания. Сосну он предпочитает всем остальным хвойным породам и в массе размножается в более сухих сосновых борах, обычно там, где встречаются большие свежие рубки и гари.

Колебания численности у большого соснового долгоносика выражены слабо, несмотря на большую плодовитость и наличие разнообразных врагов. Основной фактор, определяющий численность вредителя в лесном массиве, — благоприятный субстрат для заселения — свежие пни осенне-зимней рубки.

Точечная смолевка (*Pissodes castaneus*) — это жук с яйцевидной формой тела бурого или черного цвета, длиной 5 — 7 мм. Его надкрылья имеют пятна и перевязи из желтоватых чешуек. Голова вытянута в тонкую, округлую в сечении головотрубку, в покое

Хвое- и листогрызущие насекомые**10.1. Биологические особенности хвое- и листогрызущих насекомых**

Группа хвое- и листогрызущих насекомых объединяет виды насекомых, чьи личинки питаются хвоей и листвой древесных растений. Их часто называют насекомыми-дефолиаторами, так как они способны частично или полностью уничтожать хвою или листву деревьев и этим лишать их фотосинтезирующего аппарата. К группе так называемых массовых хвое- и листогрызущих насекомых относятся представители двух отрядов: *чешуекрылые*, или *бабочки* (Lepidoptera), и *перепончатокрылые* (Hymenoptera). Их объединяет способность к периодическим вспышкам массового размножения, характер наносимых повреждений и их последствия. Во время вспышек массового размножения численность популяций хвое- и листогрызущих насекомых на несколько порядков увеличивается.

Личинки хвое- и листогрызущих насекомых в зависимости от систематической принадлежности по типу своего строения являются либо гусеницами (бабочки), либо лжегусеницами (настоящие пилильщики), либо червеобразными (ткачи-пилильщики). В младших возрастах они выедают мягкие ткани листьев и хвои, оставляя нетронутыми жилки, в старших — полностью уничтожают почки, листья и хвою деревьев, а при высокой плотности популяции могут повреждать даже молодые побеги.

Хвое- и листогрызущим насекомым свойственны некоторые общие биологические особенности: открытый образ жизни, высокая и изменчивая плодовитость, способность к миграциям путем активных перелетов и переползания или путем пассивного переноса ветром, а для многих видов — кучность яйцекладки. Обилие или недостаток пищи у личинок и ее биохимический состав, меняющийся в пределах вегетационного сезона, определяют жизнеспособность, плодовитость и выживаемость потомства хвое- и листогрызущих насекомых. В фазе имаго они питаются нектаром или не питаются совершенно и живут за счет накопленных личинками запасов питательных веществ.

На питание, рост, развитие, расселение, плодовитость, размножение и выживаемость популяций хвое- и листогрызущих насекомых большое влияние оказывают климатические факторы, воздействующие на них как прямо, так и косвенно через состояние

направленную несколько вперед. Усики коленчатые, прикреплены на боках или в вершинной половине головотрубки. Личинки безногие, с серпообразно изогнутым телом, со светлыми покровами и желто-бурой головой.

Точечная смолевка образует очаги в молодых сосновых культурах или на сосновом подросте, ослабленном какими-либо неблагоприятными факторами. Лёт жуков в мае — июне. Жуки при дополнительном питании повреждают хвою и кору побегов и ветвей, выгрызая в ней площадки, часто заплывающие смолой. Самки смолевки откладывают яйца в заранее подготовленную, выгрызенную в коре площадку по несколько штук. Каждая личинка грызет свой индивидуальный ход, постепенно расширяющийся и, как правило, заканчивающийся куколочной колыбелькой, прикрытой со всех сторон стружками и волокнами древесины. Личинки и их ходы располагаются в нижней части стволов и корневой шейке, на корневых лапах молодых деревьев сосны 3 — 20 лет. На тонких стволиках личиночные ходы направлены почти параллельно вниз по стволу, на более толстых сохраняют звездообразное расположение. Куколочные колыбельки также углублены в заболонь. Смолевка часто встречается в сосновых культурах на деревьях с поврежденной загнутой или сросшейся при посадке корневой системой, предпочитая сухие местообитания. Особенно вредит в чистых сосновых культурах на песках. Жуки обычно зимуют в лесной подстилке и под корой старых пней, а весной приступают к размножению. Генерация однолетняя. Жуки проходят дополнительное питание. Живут год, иногда два.

Под Magdalis включает много видов длиннохоботных долгоносиков, вредящих различным древесным породам. Наиболее известен синий сосновый долгоносик, повреждающий молодые сосны.

Синий сосновый долгоносик (Magdalis frontalis) — небольшой жук (длина 4 — 5 мм) с яркими синими надкрыльями и покровами тела. Лёт во второй половине мая — июне. Самки откладывают яйца в выгрызенные ямки в коре молодых сосен. Через 8 — 10 дней выходят личинки. Они протачивают под корой ветвей и стволиков молодых сосен глубоко задевающие древесину узкие ходы, наполненные белой буровой мукой. Ходы идут параллельно, рядом друг с другом, в конце они несколько расходятся.

Через 2,5 — 3 месяца личинки делают углубления в древесине и там зимуют. Весной окукливаются, в начале мая вылетают молодые жуки. Они около двух недель проходят дополнительное питание на молодых побегах, у основания хвоинок. Генерация однолетняя. Синий сосновый долгоносик предпочитает сухие местообитания, повышенные элементы рельефа и заселяет стволики и ветви 3 — 10-летних сосенок часто совместно с точечной смолевкой.

кормовых пород. На плотность их популяций влияют также их естественные враги — птицы и насекомые-энтомофаги, а также патогены (энтомопатогенные бактерии, вирусы и другие микроорганизмы), вызывающие эпизоотии.

Преобладающее большинство насекомых этой группы имеет одногодичный жизненный цикл. Только некоторые из них в более южных районах дают две генерации в год (например, обыкновенный сосновый пилильщик), а в таежных районах Сибири развиваются в течение двух лет (сибирский коконопряда).

Многим хвое- и листогрызущим насекомым свойственна обязательная (для особей всей популяции) и факультативная (для особей части популяции) диапауза, возникающая на разных фазах развития вида как его приспособление к зимовке, истощению или изменению качества корма и другим неблагоприятным условиям среды. Так, у монашенки, непарного шелкопряда и кольчатого коконопряда наступает обязательная эмбриональная диапауза перед зимовкой, а у лунки серебристой, ряда пилильщиков и ткачей-пилильщиков во время коконирования в личиночную диапаузу периодически впадает часть популяции, при этом диапауза затягивается на 2—4 года и более.

Все виды хвое- и листогрызущих насекомых по времени личиночного питания делятся на следующие фенологические группы: 1) *ранневесенние* (дубовая зеленая листовертка, пяденицы-шелкопряды, рыжий сосновый пилильщик и др.), 2) *весенне-летние* (например, непарный шелкопряда), 3) *летние* (дубовая хохлатка и др.), 4) *летне-осенние* (сосновая пяденица, лунка серебристая) и 5) *осенне-весенние*, чьи личинки начинают питаться во второй половине лета, зимуют и продолжают питаться весной (златогузка, ивовая волнянка, сосновый шелкопряда и др.). Первая и вторая группы специализированы на питании растениями весной, когда их листья и хвоя наиболее богаты белком и, следовательно, очень питательны, хотя и имеют неустойчивый биохимический состав. Другие приспособлены к питанию листьями и хвоей в летний и летне-осенний периоды, когда они содержат меньше белка, не так питательны, но сохраняют устойчивый химизм (А. И. Воронцов, 1978).

Наиболее вредоносны среди хвое- и листогрызущих насекомых виды с наибольшей продолжительностью периода питания (например, сибирский коконопряда), виды с двойной генерацией (обыкновенный сосновый пилильщик), повреждающие свою кормовую породу дважды за один сезон, и виды летней фенологической группы, после повреждения которыми листва и хвоя в этот же год не восстанавливаются (например, дубовая хохлатка, сосновая пяденица). Менее вредоносны виды ранневесенней и весенне-летней групп, после повреждения крон деревьев которыми листва восстанавливается к середине лета.

Кладки яиц хвое- и листогрызущих насекомых располагаются на разных частях дерева, чаще всего в кроне возле почек на побегах и ветвях (дубовая зеленая листовертка и зимняя пяденица), на хвое или внутри хвоинок (сосновая совка и сосновые пилильщики), на листьях (златогузка и ивовая волнянка). У ряда насекомых самки откладывают яйца в неровности и щели коры ствола (шелкопряда, монашенка, боярышниковая листовертка). У непарного шелкопряда кладки яиц в большей части его ареала обычно располагаются также на коре в комлевой части стволов, но в горных местностях — на камнях и скалах, а в Приморье — на нижней стороне листьев, вместе с которыми опадают на землю. В городах бабочки этого вида откладывают яйца на столбах и заборах.

По особенностям цикла развития и зимующей фазе хвое- и листогрызущих насекомых делят на несколько групп:

- зимующие в фазе яйца (непарный и кольчатый шелкопряды, монашенка, дубовая зеленая, боярышниковая и ряд других листоверток, зимняя пяденица, рыжий сосновый пилильщик и др.),
- зимующие в фазе личинки (златогузка, ивовая волнянка, сосновый и сибирский коконопряды и др.),
- зимующие в фазе куколки (сосновая совка, пяденицы-шелкопряды, многие совки, кленовая стрелчатка и др.).

Большинство хвое- и листогрызущих насекомых многоядно, однако их потомство имеет различные выживаемость, плодовитость и сроки развития в зависимости от того, на какой древесной породе питались личинки. Оптимум развития у этих видов наблюдается на ограниченном круге растений и в разных географических районах отдается предпочтение различным древесным породам. Например, непарный шелкопряда в лесостепи предпочитает дуб и испытывает угнетение при питании листьями липы, клена остролистного и березы, а севернее Москвы березу предпочитает дубу (И. В. Воронцов, 1978). Есть среди хвое- и листогрызущих и монофаги, повреждающие лишь одну древесную породу (например, зеленая дубовая листовертка, дубовая хохлатка, сосновая совка и ряд других).

Среди хвое- и листогрызущих насекомых есть как исключительно свето- и теплолюбивые виды, предпочитающие хорошо прогреваемые изреженные насаждения, опушки и типы леса, приуроченные к повышенным элементам рельефа на сухих и бедных почвах (златогузка, непарный шелкопряда, сосновая совка, сосновые пилильщики), так и более гигрофильные и менее светолюбивые, предпочитающие относительно влажные местообитания и типы леса, пойменные леса и сомкнутые насаждения (зимняя пяденица, сосновая пяденица, монашенка, ивовая и черемуховая паутинные моли и др.).

Большинство европейских и азиатских видов хвое- и листогрызущих насекомых имеет очень широкие ареалы и встречается на огромных территориях, занятых их кормовыми породами. В пределах европейской части бывшего СССР их очаги образуются преимущественно в лесах степной и лесостепной зон, которые А. И. Ильинский назвал областями наиболее частых массовых размножений или зонами первичных вспышек. Защита леса от хвое- и листогрызущих насекомых по своим масштабам составляет значительную часть всех лесозащитных мероприятий в этих областях.

10.2. Вспышки массового размножения хвое- и листогрызущих насекомых

Вспышки массового размножения хвое- и листогрызущих насекомых возникают под влиянием значительных отклонений ряда метеорологических показателей от нормы, как правило, в течение нескольких лет, часто сопряженные с циклами солнечной активности. Они воздействуют на кормовые качества древесных пород и их устойчивость к повреждениям, влияют на жизнеспособность, плодовитость и выживаемость популяции хвое- и листогрызущих насекомых, изменяют взаимоотношения хозяина с комплексом энтомофагов, регулируют фенологию кормовых растений, усиливая или сокращая разрыв в сроках развития растений и питающейся фазы вредителя, способствуют проявлению эпизоотий и массовой гибели популяции. Проявление вспышек стимулирует неправильная или чрезмерно интенсивная хозяйственная деятельность в лесах, сопровождающаяся снижением биологического разнообразия живых организмов и уменьшением численности естественных врагов хвое- и листогрызущих насекомых.

Очагами хвое- и листогрызущих насекомых называют заселенные вредителями участки леса, где их численность угрожает насаждению потерей 30 % хвои и более (или 50 % листвы и более) и где требуются истребительные мероприятия. Очаги приурочены к наиболее благоприятным для данного вида вредителя условиям среды.

Первичные очаги возникают в наиболее подходящих для данного вида вредителя условиях. Чаще они появляются в чистых насаждениях порослевого или искусственного происхождения, произрастающих на бедных почвах, часто вытоптаных скотом и нарушенных другими видами деятельности человека, как правило, с малым биологическим разнообразием — обедненным видовым составом фито- и зооценоза. Здесь численность хвое- и лис-

тогрызущих насекомых растет очень быстро и достигает максимальных размеров.

Вторичные очаги возникают в насаждениях с менее подходящими для вредителя условиями, где больше насекомоядных птиц и энтомофагов, класс бонитета выше, чаще всего есть подлесок и развитый травяной покров. Обычно это насаждения естественного происхождения, и их целостность и разнообразие нарушены меньше. Численность популяции хвое- и листогрызущих насекомых здесь растет медленнее и уровень ее ниже. Максимум поврежденности крон в этих очагах запаздывает по сравнению с первичными очагами на 1—2 года.

Миграционные очаги формируются вследствие разлета взрослых насекомых или переползания личинок из первичных и вторичных очагов. Продолжительность развития миграционных очагов зависит от условий, в которые попадают мигранты.

Вспышка массового размножения хвое- и листогрызущих насекомых в своем развитии имеет четыре фазы (рис. 19). *К первой (начальной) фазе* чаще всего относится только одно поколение вредителя, которое выкармливается в наступивших для него оптимальных кормовых и погодных условиях. Численность вредителя в насаждениях в начальной фазе по сравнению с численно-

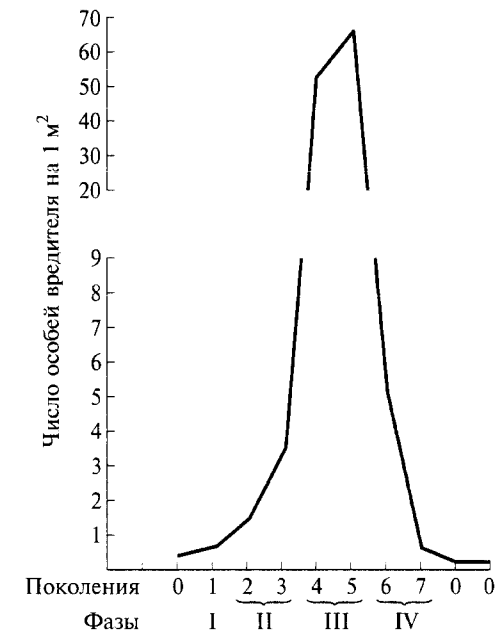


Рис. 19. Схема развития вспышки массового размножения хвое- и листогрызущих насекомых по фазам

стью предшествующих поколений увеличивается незначительно, всего в 2—4 раза. *Во второй фазе (нарастание численности)*, охватывающей два-три поколения, численность вредителя продолжает возрастать, однако она еще сравнительно невелика — наносимые им повреждения в кронах обнаруживаются лишь при детальном осмотре деревьев. В этот период личинки хвое- и листогрызущих насекомых отличаются упитанностью и повышенным содержанием жировых и белковых веществ в тканях, а яйца, куколки и имаго — крупными размерами и повышенной массой.

При переходе *в третью фазу (кульминация вспышки)* численность хвое- и листогрызущих насекомых резко увеличивается, признаки повреждения крон деревьев становятся хорошо заметными и достигают максимума. Эта фаза продолжается 2—3 года. Постепенно в повреждаемом насаждении истощаются кормовые ресурсы, хвое- и листогрызущие насекомые начинают испытывать недостаток корма, что приводит к снижению их жизнеспособности и плодовитости, в очаге возрастает численность энтомофагов, а в популяции вредителя в конце этой фазы усиливается распространение эпизоотий, снижается выживаемость и возрастает смертность вредителя.

Во второй и начале третьей фазы в связи с увеличением численности популяции вредителя и снижением массы и качества кормовых ресурсов вредитель частично расселяется в окружающие насаждения и образуются миграционные очаги.

В четвертой фазе (кризис), которая длится от одного до трех лет, численность вредителя стремительно снижается и падает до минимума, высокая плодовитость насекомых сменяется низкой, размеры и масса тела снижаются, доля самцов в популяции возрастает и превышает долю самок, смертность вредителя от энтомофагов и болезней еще более увеличивается, и вспышка под влиянием комплекса перечисленных выше факторов заканчивается.

Период после вспышки называют *периодом депрессии численности* хвое- и листогрызущих насекомых. В это время численность вредителя держится на низком, непрерывно колеблющемся уровне, а плодовитость близка к средней.

Об изменениях численности популяции и фазе развития вспышки судят по плотности особей, коэффициенту размножения, пораженности вредителя энтомофагами и болезнями, плодовитости, массе куколок, числу яиц в кладке и другим количественным и качественным популяционным показателям.

Кривая изменения численности популяции хвое- и листогрызущих насекомых на протяжении вспышки массового размножения для каждого вида специфична. Для большинства видов хвое- и листогрызущих насекомых с однолетней генерацией вспышка длится около 6—7 лет. При более коротких сроках жизненного

цикла, например при двойной генерации у обыкновенного соснового пилильщика, она нередко заканчивается в течение трех-четырёх лет, при двухлетней генерации (например, у сибирского шелкопряда) вспышка может продолжаться до 10—12 лет. В природе бывают случайные отклонения от приведенных сроков развития вспышек, зависящие от изменения условий среды и от специфики реакции на них хвое- и листогрызущих насекомых. Так, у зеленой дубовой листовертки при благоприятных условиях среды вспышки массового размножения длятся до 10 лет и более.

Вспышки массового размножения отдельных видов хвое- и листогрызущих насекомых приурочены к определенным регионам и лесорастительным условиям и многократно повторяются в одних и тех же лесных массивах. Кроме очагов с преобладанием одного вида часто развиваются комплексные (сопряженные) очаги нескольких видов. Например, в лиственничных лесах Красноярского края наблюдаются сопряженные очаги сибирского коконопряда, лиственничной пяденицы и непарного шелкопряда, в дубравах Поволжья и в лиственных лесах центра европейской части России часто возникают сопряженные очаги пядениц (зимняя, пяденица-обдирало, пяденица-шелкопряд), листоверток (дубовая зеленая, боярышниковая, пестро-золотистая и др.), ряда видов совок и др.

В одних случаях вспышки массового размножения хвое- и листогрызущих насекомых носят локальный характер и ограничиваются небольшой площадью, а в других — захватывают сразу очень большие пространства, часто распространяясь в пределах целой ландшафтно-географической зоны или даже в нескольких зонах. Такие вспышки массового размножения названы пандемическими, они свойственны, например, сибирскому и непарному шелкопряду. Повторяются вспышки довольно редко, в случае их естественного затухания продолжительность межвспышечного периода возрастает, а депрессия численности вида бывает очень значительной.

10.3. Влияние дефолиации на состояние насаждений

Хвое- и листогрызущие насекомые, объедая хвою и листву на деревьях, нарушают их нормальный водообмен и ассимиляцию, что ведет к потере прироста и снижению устойчивости.

Самые вредоносные среди хвое- и листогрызущих насекомых — виды с наибольшей продолжительностью периода питания (сибирский коконопряд); двойной генерацией (обыкновенный сосновый пилильщик), повреждающие свою кормовую породу

дважды за один сезон; виды летней фенологической группы, после повреждения которыми листва и хвоя в этот же год не восстанавливаются (дубовая хохлатка, сосновая пяденица). Менее вредоносны виды ранневесенней и весенне-летней групп, после повреждения листвы которыми она восстанавливается уже в середине лета.

Как характеристика степени воздействия насекомых-дефолиаторов на насаждения используется понятие «размер кумулятивного объедания крон» — суммарный процент объедания хвои или листвы за ряд смежных лет. Гибель деревьев пропорциональна степени кумулятивного объедания, причем даже одногодичные перерывы не нарушают степени этой связи.

Хвойные насаждения менее устойчивы к повреждениям, чем лиственные. Так, ель обыкновенная усыхает часто даже при 50%-м повреждении хвои. Напротив, дуб, как и другие лиственные породы, как правило, не усыхает даже в результате сплошного объедания. Наименьшей устойчивостью к повреждению отличаются темнохвойные породы (пихта и ель), далее по возрастанию устойчивости идут кедр, сосна и лиственница, сохранению устойчивости последней способствует ее приспособленность к ежегодной смене хвои. Обычно хвойные насаждения особенно резко снижают прирост под влиянием потери хвои, при повторных объеданиях подвергаются нападению стволовых вредителей и усыхают. Так, в качестве постоянного спутника в очагах сибирского коконопряда выступает черный пихтовый усач, а частыми спутниками сосновой совки являются сосновые лубоеды.

Устойчивость лиственных насаждений к дефолиации намного выше, чем у хвойных, они способны переносить многократное уничтожение листвы. При этом снижается прирост деревьев и ухудшается общее состояние древостоя, в кронах деревьев появляются сухие ветви, на стволах — водяные побеги. После трехкратной дефолиации в лиственных насаждениях значительно возрастает доля отпада и возникают очаги стволовых вредителей.

В поврежденных хвое- и листогрызущими насекомыми насаждениях значительно изменяется среда. Увеличение прозрачности верхнего полога вследствие дефолиации резко повышает освещенность, температуру и уменьшает влажность подпологовой среды; в связи с этим увеличивается мощность травяного покрова, улучшается состояние подроста и самосева. В сложных по составу и структуре насаждениях при повреждении основной породы насекомыми монофагами у других сопутствующих пород и у деревьев второго яруса увеличивается прирост. Одновременно с изменением фитоклимата в очагах хвое- и листогрызущих насекомых увеличивается поступление питательных веществ в почву за счет экскрементов и трупов насекомых, особенно в двух после-

дних фазах вспышки, что стимулирует процессы минерализации растительного опада и способствует более интенсивному биологическому круговороту веществ в экосистемах.

У поврежденных насекомыми-дефолиаторами деревьев в год повреждения одновременно с восстановлением листвы активно образуются поглощающие корни (В. В. Рубцов, И. А. Уткина и др., 2004). Активность корнеобразования выше у сильно поврежденных деревьев. По мере облиствления крон скорость ростовой активности наиболее резко снижается в момент максимума восстановления листвы. Сохранившие свою жизнеспособность деревья в очагах хвое- и листогрызущих насекомых при благоприятных условиях среды потери прироста в значительной мере компенсируют за счет его увеличения в следующие после вспышки годы.

Так, рассматривая реакцию двух (повреждаемой и неповреждаемой) пород в средневозрастном смешанном дубово-ясеневом насаждении на сильное повреждение листвы дуба опасным вредителем дубовой хохлаткой (*Notodonta anceps*), Е. Н. Иерусалимов [2005] установил, что последствия повреждения для этих пород разительно отличались. Доля дуба в составе насаждения со значительным преобладанием дуба снизилась с 8 до 5—6 единиц в связи со значительным (20—30 %) усыханием полностью объеденных деревьев дуба с большим участием поселившихся на них стволовых вредителей. Понижилась и полнота насаждений. Особенно показательной была реакция прироста двух пород, которая была изучена у оставшихся живыми деревьев.

По свидетельству Е. Н. Иерусалимова, через 40 лет после вспышки массового размножения дубовой хохлатки никаких признаков прошлого усыхания (валеж, сухостой, сухобочины, прогалины) не сохранилось. Единственными следами прошлых событий остались несколько пониженная полнота и определенная динамика радиального прироста у разных пород. Было установлено, что изменение приростов пары дуб и ясень (повреждаемая и неповреждаемая породы) служило своего рода индикатором дефолиации. До начала вспышки хохлатки прирост дуба был несколько выше, чем у ясеня, что, видимо, объясняется угнетением примеси ясеня дубом. В первый год повреждения дуба его прирост почти не понизился, но у ясеня наметилась заметная тенденция к увеличению роста. Последующие годы повреждения привели к значительному падению прироста дуба и практически зеркальному увеличению прироста ясеня. На следующий год после полной гибели популяции хохлатки, когда повреждение листвы уже прекратилось, прирост дуба был минимальным, а у ясеня достиг максимума, что произошло из-за значительного осветления. На второй после повреждения год началось восстановление прироста дуба и последовательное падение прироста ясеня. Та-

ким образом, за 10 лет повреждения и последующего восстановления оставшиеся живыми деревья дуба потеряли 40 % прироста, а ясень за это же время увеличил свой прирост на 14 %.

10.4. Характеристика отдельных групп и видов хвое- и листогрызущих насекомых

10.4.1. Вредители хвойных пород

К наиболее известным вредителям хвойных пород относятся сосновый и сибирский коконопряды, монашенка, хвойная волнянка, сосновая пяденица и сосновая совка, рыжий и обыкновенный сосновые пилильщики и звездчатый и красноголовый ткачи-пилильщики.

Сибирский коконопряд (*Dendrolimus superans sibiricus*, семейство коконопряды — Lasiocampidae) — это один из главнейших по своей вредоносности и биоценотическому значению хвоегрызущих вредителей. Бабочки с размахом крыльев до 80 мм (самка 60—80 мм, самец 40—60 мм). Передние крылья обычно интенсивно бурые или серые с тремя поперечными волнистыми темными линиями и иногда с красно-бурой перевязью. По окраске напоминают сосновую кору, на внешнем их крае часто имеется поперечная неровная белая полоса, а в середине крыла — небольшое серповидное белое пятно. Задние крылья буроватые, одноцветные. Окраска бабочек сильно варьирует: от светло-желтовато-коричневого или светло-серого цвета до почти черного.

Массовый лёт бабочек — во второй декаде июля. Самки откладывают яйца кучками от 10 до 100 штук на хвою, побеги или кору стволов, а в период очень большой численности — повсюду: на сухие деревья, лишайники на стволах, подлесок, травяной покров, лесную подстилку. Яйца крупные (1,8—2,5 мм), удлиненно-шаровидные, сначала голубовато-зеленые, затем серые со слабым блеском, с темной точкой на вершине. Обычно плодовитость не превышает 200—300 яиц (максимум 800 штук). Развитие яиц длится 15—20 дней, после чего из них отрождаются гусеницы.

Гусеницы сибирского коконопряда волосистые, волоски на боках тела длиннее, чем на спине, их окраска варьирует от серобурой до темно-коричневой, а длина в последнем возрасте достигает 55—70 мм. На втором и третьем сегментах тела имеются черные с синеватым отливом поперечные полосы, на спине серебристо-белые густые волоски и продольный ряд темных подковообразных пятен с более светлой сердцевинкой, на предпоследнем сегменте тела пучок — темно-синих волосков.

После отрождения гусеницы питаются до осени на хвое сосны сибирской, лиственницы, пихты, редко ели и сосны. К осени они достигают третьего возраста, впадают в предзимнюю временную диапаузу, а затем спускаются в подстилку под моховой покров, где, свернувшись, зимуют. В конце апреля гусеницы поднимаются в кроны и продолжают питаться хвоей, а при недостатке пищи повреждают кору тонких побегов и молодые шишки. Через месяц гусеницы линяют. Во второй половине июля — августе они линяют еще раз и осенью уходят на вторую зимовку. В мае — июне следующего года взрослые гусеницы интенсивно питаются, причиняя наибольшие повреждения. Всего они линяют 5—7 раз и соответственно проходят шесть — восемь возрастов. Они очень прожорливы и питаются хвоей почти всех хвойных пород, произрастающих за Уралом.

В июне гусеницы окукливаются на ветвях и коре стволов хвойных пород в буро-сером пергаментовидном продолговатом коконе с вплетенными в него пучками жгучих темных волосков со шкурки гусеницы. Куколка длиной до 5 см вначале светлая, коричнево-красная, затем темно-коричневая, почти черная с закругленной вершиной брюшка и поперечной эллиптической выпуклой пластинкой на ней, густо покрытой рыжеватыми щетинками. Ее развитие длится около месяца. Цикл развития сибирского коконопряда обычно двухлетний, но при жарком лете и на юге ареала он часто заканчивается за один год, а на севере и в высокогорных лесах иногда бывает трехлетняя генерация.

Вспышки массового размножения сибирского коконопряда возникают на больших территориях в таежных лесах Сибири и Дальнего Востока. Их продолжительность 6—8 лет, из которых в течение 4—5 лет наносится наиболее ощутимый вред лесам. В первую очередь вспышки возникают в изреженных рубками и пожарами лесах, вблизи сырьевых баз лесозаготовителей, при низкой полноте насаждений, чаще в перестойных и спелых, реже в средневозрастных чистых насаждениях с редким подлеском или в насаждениях с незначительной примесью лиственных пород. Известно, что вспышки массового размножения вредителя возникают после двух-трех засушливых вегетационных периодов и сильных весенних и осенних лесных пожаров. Лесные пожары способствуют гибели энтомофагов в лесной подстилке. В равнинных лесах вспышкам сибирского коконопряда обычно предшествуют малоснежные суровые зимы, в которые энтомофаги также гибнут вследствие вымерзания.

В уменьшении численности сибирского коконопряда большую роль играют энтомофаги и болезни бактериального происхождения, хотя естественные эпизоотии бактериальных болезней в популяциях сибирского коконопряда достаточно редки. На основе

бактерии *Bacillus thuringiensis* var. *dendrolimi*, культура которой была выделена из гусениц сибирского коконопряда, изготовлен бактериальный инсектицидный препарат дендробациллин, применяемый против многих хвое- и листогрызущих вредителей леса.

Последствия вспышек массового размножения сибирского коконопряда часто носят катастрофический характер, вызывая усыхание лесов на огромных площадях. Самые малоустойчивые к повреждениям сибирского коконопряда породы — пихты сибирская и белокорая, наиболее устойчивые — лиственницы сибирская, даурская, Сукачева. После сильной степени повреждения крон сибирским коконопрядом резко возрастает роль стволовых вредителей. Известный спутник сибирского коконопряда — черный пихтовый усач, который образует свои очаги в шелкопрядах, вызывая массовое усыхание насаждений.

Сосновый коконопряд (*Dendrolimus pini*) по своей морфологии и биологии близок к сибирскому коконопряду, но в отличие от последнего имеет одногодную генерацию. Его гусеницы питаются хвоей сосны обыкновенной и очень редко — других хвойных пород. Вспышки его массового размножения приурочены преимущественно к сосновым лесам европейской части России.

Размах крыльев бабочек соснового коконопряда 60—80 мм. Окраска их крыльев крайне изменчива, чаще всего она серовато-коричневая, под цвет сосновой коры. Передние от бурого-желтого до желто-бурого и серого цвета, на них заметны 3 поперечные волнистые темные линии, иногда красно-бурая перевязь. В середине крыла небольшое серповидное белое пятно. Задние крылья буроватые, одноцветные (рис. 30 цв. вкл.).

Лёт бабочек — с половины июня до конца июля. Самки откладывают яйца на хвою, а при массовом размножении — на ветви и стволы деревьев. Яйца крупные (1,8—2,5 мм), удлинённо-шаровидные, сначала голубовато-зеленые, затем серые со слабым блеском и темной точкой на вершине, расположены кучками от 10 до 100 штук на хвое, побегах или коре стволов. Плодовитость одной самки 280—330 яиц. Фаза яйца длится 16—20 дней.

Гусеницы соснового коконопряда крупные, буровато-серого цвета. Волоски по бокам длиннее, чем на спине, достигают 7,5 см. На спинной части брюшка продольный ряд темных подковообразных пятен с более светлой сердцевинкой, а на средне- и заднеспинке — две поперечные темно-синие бархатистые полоски (рис. 31 цв. вкл.). Сначала они грызут хвою текущего года и осенью (в октябре) уходят на зимовку под лесную подстилку. Весенний выход гусениц начинается после того, как температура почвы на глубине 2 см поднимается выше 10 °С, и продолжается около двух недель. Затем они поднимаются в крону и питаются там

до середины июня старой хвоей. При недостатке корма объедают и молодую хвою, обгладывают майские побеги и почки. В июне окукливаются на ветвях и стволах в пергаментовидном коконе длиной 30—50 мм, буровато- или грязно-сером, с вплетенными в него пучками жгучих темных волосков. Внутри кокона находятся крупные (18—40 мм) куколки с закругленной вершиной брюшка, на которой имеется выпуклая пластинка, густо покрытая рыжеватыми щетинками. Развитие куколки длится 4—5 недель.

Сосновый коконопряд относится к группе хвоегрызущих вредителей летне-весеннего фенологического комплекса. Его генерация однолетняя, однако в лесной зоне у части популяций затягивается до двух лет.

Вид свето- и теплолюбивый, его очаги возникают в чистых сухих сосняках средней полноты, расположенных на возвышенных местах, в борах-зеленомошниках и в сосновых культурах 12—40-летнего возраста разной полноты, на бедных сухих почвах и песках. Главнейшие паразиты соснового коконопряда — наездники трихограмма и теленомус — паразитируют на яйцах. Вспышки массового размножения длятся 7—8 лет.

Монашенка (*Lymantria monacha*) — это бабочка из семейства волнянки (*Lymantriidae*) с размахом крыльев 3,5—6 см. Передние крылья беловатые с четырьмя поперечными зигзагообразными черными линиями и несколькими крапинками и черточками, задние крылья серые. Брюшко у самок розоватое, на спинке темные пятнышки. Окраска крыльев варьирует от белой до темно-серой, почти черной (рис. 32 цв. вкл.).

Лёт бабочек — во второй половине июля — августе. Они откладывают по 100—300 яиц кучками по 10—100 штук в несколько приемов на стволы деревьев, в трещины и неровности коры. Яйца размером с маковое зерно, шаровидные, сначала светло-розовые, затем серебристо-серые. В чистых сосняках кладки яиц встречаются чаще на более крупных деревьях в пониженных местах и на южных склонах. В подлеске и на подросте их можно обнаружить на высоте до 1 м.

Через 4 недели в яйцах развиваются гусеницы. Они очень холодостойки и перезимовывают в яйцах, находясь все это время в эмбриональной диапаузе. Весной следующего года только что вылупившиеся гусеницы еще несколько дней остаются все вместе, а затем расползаются, опутывая крону нитями. В это время они почти черные, покрыты длинными тонкими волосками и легко переносятся ветром на большие расстояния. Взрослые гусеницы серые, с пятью парами синих и шестью парами красных волосистых бородавок на спине. На среднеспинке крупное черное пятно, от него идет вдоль спины темная полоса, окаймляющая на 7—9 тергитах тела крупное светлое пятно.

Гусеницы монашенки многоядны и питаются хвоей ели, пихты, сосны, лиственницы, листьями дуба, бука, граба. Предпочитаемые породы — сосна и ель. При высокой численности и нехватке корма они поедают листья черники, брусники и малины. Фаза гусеницы в зависимости от погодных условий и широты места длится 45—80 дней. Молодые гусеницы на хвойных деревьях объедают сначала только майские побеги и тронувшиеся в рост почки, затем пыльцу мужских соцветий. Начиная с третьего возраста гусеницы могут питаться старой хвоей. На лиственных породах гусеницы первого возраста выгрызают набухшие почки, а затем дыры в листьях, на хвойных — откусывают верхнюю половину хвоинки, которая падает на землю, и съедают до конца остальную ее часть (А. И. Воронцов, 1978).

Окукливание гусениц происходит в рыхлой паутине в местах питания на ветвях или в щелях коры и на стволах деревьев. Куколки бронзово-блестящие, длиной до 2,8 см, с седыми волосками на теле, с пучками синих волосков на спинной стороне головы и груди и с пучком крючкообразных щетинок на заднем конце. Фаза куколки длится 11—19 дней. Генерация однолетняя.

Монашенка относится к весенне-летней фенологической группе хвоегрызущих насекомых. В западных районах России очаги монашенки возникают в основном в густых ельниках-зеленомошниках, реже в ельниках-долгомошниках или в сосняках с хорошо выраженным вторым ярусом из ели. На остальной территории страны очаги появляются в сосновых сухих и свежих борах, реже в лиственничных лесах.

Наиболее частые и крупные вспышки монашенки наблюдаются в лесостепи и прилегающих районах лесной зоны, особенно в сосновых лесах Поволжья, на Среднем Урале, в ленточных борах Западной Сибири и в Республике Беларусь. Очаги возникают главным образом в глубине массивов сухих и свежих боров, в насаждениях средней густоты II—V классов возраста, очень часто в чистых сосновых культурах II—III возраста, произрастающих в относительно пониженных местах рельефа на песчаных и супесчаных почвах (А. И. Воронцов, 1978).

Особенно опасны очаги монашенки в еловых насаждениях. После потери хвои ель обычно гибнет. Пример тяжелых последствий массового размножения монашенки — известная массовая гибель ельников в ее очагах, которая наблюдалась в Германии и ряде других стран Европы в конце XIX — начале XX в. Усыханию деревьев способствовали короед-типограф и его спутники, чьи очаги возникли в поврежденных монашенкой ельниках. Это дало повод известному российскому ученому М. Е. Ткаченко написать небольшую книжку «Шелкопряд монах и кризис Прусского лесоводства», где он высказывается о недопустимости создания ма-

лоустойчивых к повреждению хвои чистых культур ели, которыми увлекались тогда лесоводы Германии.

Затухание вспышек чаще всего обусловлено развитием вирусных заболеваний и деятельностью энтомофагов. Яйца монашенки в осенне-зимний период активно истребляются поползнями, пищухами и синицами, а гусеницы летом — кукушкой и иволгой. Вспышка массового размножения монашенки длится от 6 до 8 лет.

Лиственничная волнянка (*Dasychira albodentata*) — бабочка с размахом крыльев 32—50 мм, крылья черно-серые. Лёт в июле. Самка откладывает серого цвета яйца кучками на кору стволов деревьев, реже на сухие веточки и хвою, преимущественно в хорошо прогреваемых местах. Одна самка может отложить 110—250 яиц.

Через две недели из яиц выходят гусеницы. Они выгрызают края хвоинок и после третьей, иногда второй линьки уходят в лесную подстилку на зимовку. В начале мая следующего года гусеницы поднимаются в кроны и продолжают питаться, съедая хвоинки целиком. Взрослая гусеница почти черная, на четвертом — седьмом сегментах имеются четыре пучка желтовато-белых волосков. На последнем сегменте — желтая волосная кисточка. В середине июня они окукливаются в кронах деревьев в рыхлом бледно-желтом коконе.

Фаза куколки длится 15—18 дней. Куколка коричневая, с пучками длинных волосков по бокам и на спинной стороне тела, сильно расширена посередине и сужена к концу, длина ее 23—26 мм. Генерация одногодная.

Волнянка относится к летне-весенней фенологической группе хвое- и листогрызущих насекомых. Она распространена в светлых хвойных лесах Восточной Сибири и Дальнего Востока, где образует очаги в сухих, средне- и низкополотных сосново-лиственничных древостоях. Кормовые породы — лиственница даурская и сосна обыкновенная, иногда гусеницы питаются хвоей кедрового стланика и корейского кедра.

Вид теплолюбивый, мезофильный, часто предшествует массовому размножению сибирского шелкопряда или сопутствует ему. Ряд паразитов у обоих видов общих.

Серая лиственничная листовертка (*Zeiraphera diniana*) — бабочка с размахом крыльев 2,0—2,2 см. Передние крылья желтовато-серые, в неясных штрихах и темных пятнах, с двумя перевязями и неправильным подвершинным пятном темно-бурого цвета. Задние крылья буровато-серые.

Лёт начинается в середине июля и продолжается до конца августа. Самка откладывает яйца под чешуйки коры укороченных побегов и тонких веточек лиственниц группами по 2—12 штук.

Плодовитость одной самки до 200 яиц. Яйца бледные, лимонно-желтые, с морщинистой поверхностью, диаметр их около 0,5 мм. Яйца зимуют.

Гусеницы зеленовато-серые, с черной головой. Они выходят во второй половине мая обычно в период распускания хвои лиственниц. В первом возрасте они питаются на почках, располагаясь в рыхлом паутинном мешочке среди молодых хвоинок. По мере дальнейшего роста гусеница соединяет хвоинки вместе в пучок в виде трубочки и там живет, минируя и выскабливая их. Более взрослые гусеницы живут открыто и поедают хвою полностью. При массовом скоплении гусениц в кроне выделенные ими паутинные нити опутывают ветви, задерживая остатки поврежденной хвои и экскременты. В Западной Европе кроме лиственницы повреждается ель. Гусеницы окукливаются в конце июня. Куколка блестящая, коричневая, с редкими желтоватыми волосками, длиной 1,0—1,2 см. Фаза куколки продолжается 15—17 дней. Генерация одногодная.

Лиственничная листовертка относится к весенне-летней фенологической группе хвоегрызущих насекомых. Вспышки ее массового размножения возникают преимущественно в горных районах Сибири. Первичные очаги приурочены к изреженным старым, хорошо прогреваемым лиственничным насаждениям. Периодически вспышки массового размножения появляются на огромных площадях и продолжаются 7—8 лет. При этом наблюдаются массовые миграции бабочек на большой высоте из поврежденных насаждений в неповрежденные. Сильное обеднение хвои гусеницами длится один-два года, затем очаги перемещаются. Лиственница устойчива к повреждениям хвои, в поврежденных насаждениях встречается лишь куртинное усыхание деревьев и отмечается снижение прироста (А. И. Воронцов, 1978).

Сосновая совка (*Panolis flammea*, семейство совки — Noctuidae) — бабочка средней величины, размах крыльев 30—35 мм. Крылья удлинненно-треугольные, передние от серо-бурого до коричнево-красного цвета, под цвет сосновой коры, с поперечными темно-бурыми зигзагообразными линиями и белыми краями. В срединной их части два ссероватых пятна — почковидное и округлое с беловатой каймой. Задние крылья серо-бурые без рисунка. Усики нитевидные.

Лёт в конце апреля. Бабочки летают в сумерки и ночью. Самки откладывают яйца рядами по 4—12 (до 25) штук на нижнюю сторону хвоинок. Яйца полушаровидные, уплощенные, по бокам продольные ребрышки, между которыми ряды ямочек. Они матовые, сначала светло-зеленые или светло-желтые, затем темнеют, приобретая бурую или фиолетовую окраску. Плодовитость одной самки около 300 яиц. Фаза яйца длится 10—15 дней.

Гусеницы зеленые, голые, длиной до 4 см, с красноватой или бурой головой. Вдоль спины 5 белых линий, на боках оранжевая или красно-бурая полоса. В мае—июне они питаются молодой хвоей сосны. При большой численности выедают почки, обгладывают побеги и съедают старую хвою, оставляя только пенечки. Развитие гусениц длится 25—40 дней.

В июне гусеницы уходят в лесную подстилку, где через несколько дней окукливаются. Куколки красновато-коричневые, слабоблестящие, длиной 1,6—2 см, на последнем сегменте отросток с двумя шипами, которые немного длиннее его самого и слегка изогнуты вершинами друг к другу. Куколки зимуют в лесной подстилке. Генерация однолетняя.

Сосновая совка относится к весенне-летней фенологической группе хвоегрызущих вредителей. Она теплолюбива и предпочитает ксерофильные условия. Ее очаги периодически возникают в сомкнутых чистых сосновых насаждениях жерднякового и среднего возраста, особенно в культурах, расположенных по повышенным элементам рельефа, в борах-беломошниках и зеленомошниках. Повреждения насаждений совкой снижают прирост сосны, увеличивают отпад и способствуют развитию очагов стволовых вредителей.

Снижению численности сосновой совки способствует мощный комплекс энтомофагов. В подстилке куколки интенсивно истребляются мышами и поражаются микозами.

Сосновая пяденица (*Bupalus piniarius*, семейство пяденицы — Geometridae) относится к группе хвоегрызущих вредителей летне-осеннего комплекса. Бабочки сосновой пяденицы небольшие с широкими нежными крыльями и стройным телом, размах крыльев — до 4 см. Крылья самца темно-бурые посередине с белыми или желтовато-белыми изменчивой формы пятнами. Крылья самки сверху рыжие, снизу серебристо-серые с темными черточками.

Лёт бабочек в июне. Самка откладывает яйца на старую хвою рядами по 7—32 штук в каждом. Яйца овальные, немного вдавненные, слабоблестящие, сначала светло-, затем желто-зеленые, прикреплены к хвоинкам боковой поверхностью. Плодовитость одной самки 150—230 яиц. Фаза яйца длится около трех недель.

Гусеницы небольшие — до 3 см, зеленые, с пятью продольными белыми линиями вдоль тела и желтыми полосками по бокам. Как у всех пядениц, имеют две пары брюшных ног. Вначале они питаются мякотью хвоинок, оставляя нетронутыми их ось и основание, а в старшем возрасте съедают хвоинки целиком, оставляя лишь небольшие «пенечки». Гусеницы кормятся в кронах до глубокой осени и в октябре спускаются в подстилку, где сразу же окукливаются. Куколки небольшие, длиной 0,9—1,5 см, бронзо-

вые или желто-бурые, часто с боков зеленоватые, их последний сегмент заканчивается тупоконическим отростком с грубоморщинистым основанием. Куколки зимуют. Генерация однолетняя.

Сосновая пяденица распространена в ареале сосны обыкновенной. Ее очаги образуются в жердняках и средневозрастных сосняках различной полноты, в борах-зеленомошниках по ровным и пониженным элементам рельефа, иногда во влажных условиях травянисто-осоковых сосняков. Вспышки длятся 6—7 лет и часто обрываются сильными ранними заморозками, при которых гибнет основная часть молодых гусениц. Снижению численности пяденицы способствует комплекс паразитов и хищников, к числу последних относятся муравьи, пауки и птицы. Куколки поражаются грибными болезнями.

Сосновая пяденица относится к летне-осенней фенологической группе. Хвоя поврежденных деревьев восстанавливается лишь на следующий год, поэтому в ее очагах значительно интенсифицируется процесс отпада деревьев и заметно снижается прирост живых деревьев.

Пихтовая пяденица (*Boarmia bistortata*) — бабочка с размахом крыльев 3,2—4,0 см. Основной цвет крыльев желтовато-серый с темно-бурым рисунком. Передние крылья с поперечной одной темной полосой, задние — с двумя. По своей биологии сходна с предыдущим видом.

Лёт в июне. Самка откладывает яйца кучками по 4—10 штук на стволы пихты, кедра и ели в трещины коры или под отставшую кору сухих сучьев и сухостоя. Плодовитость самки около 200 яиц. Яйца мелкие, гладкие, бледно-зеленого цвета, через несколько дней приобретают желтоватый оттенок, а перед выходом гусениц — серый. Фаза яйца длится в среднем 10 дней.

Вылупившаяся гусеница черная с едва заметными желтоватыми волосками и белыми полосами на первом грудном и брюшном сегментах. По мере роста окраска меняется от оливковой до грязно-янтарной. Головной щит черный. Длина тела 1,7—4,2 см. Гусеницы повреждают молодую хвою пихты и редко — других хвойных пород. Вылупившиеся гусеницы питаются соком хвоинок, не поедая их ткани, а пережевывая их. Взрослые гусеницы съедают хвою целиком.

Окукливание происходит в августе в лесной подстилке и верхнем слое почвы. Куколка красновато-коричневая, кремастер с длинной развилкой; длина ее 1,5 см. Куколка зимует, генерация однолетняя.

Пихтовая пяденица относится к летней фенологической группе хвоегрызущих насекомых. Она полифаг. В условиях Сибири гусеницы повреждают более 100 видов растений. Кроме пихты особенно сильно страдают смородина, черемуха, черника, седмичник

(С. С. Прозоров, 1955, цит. по А. И. Воронцову, 1978). В Западной Европе вредит лиственнице. Вспышки достаточно редки.

Обыкновенный сосновый пилильщик (*Diprion pini*, семейство настоящие пилильщики — Tenthredinidae) — небольшое насекомое с двумя парами крыльев с ячеистым жилкованием, коротким и плотным телом длиной 7—10 мм. Окраска самок очень изменчива — от желтой до почти черной, усики пиловидные, желтые. Самцы черные со светлыми частями тела и перистыми черными усиками. Самки всегда больше самцов.

Очаги обыкновенного соснового пилильщика чаще всего возникают в чистых низкополнотных сосновых жердняках искусственного происхождения. В степной и лесостепной областях обычно развивается два поколения обыкновенного соснового пилильщика. В лесной зоне у него всегда однолетняя генерация.

Лёт первого поколения пилильщика происходит в начале мая. Самки с помощью пилообразного яйцеклада откладывают яйца в пропилы на старой хвое, по 10—15 штук в каждую хвоинку, прикрывая их выделениями придаточных желез, поэтому на ребре хвоинки в местах яйцекладки заметен кантик из буро-серой пенистой массы. Развитие яиц длится около двух недель.

Личинки желто-зеленые с бурой головой и черными пятнами над брюшными ногами (кроме последних) в виде черной точки с запятой, достигают длины 2,8 см. Личинки первого возраста начинают объедать хвою с боков, оставляя нетронутыми верхинки и срединную жилку. Подросшие личинки объедают хвоинки целиком, оставляя только «пенечки», а при высокой плотности иногда обладывают майские побеги. Они держатся гнездами и, уничтожив хвою на одной ветви, переползают на другие. Развитие личинок длится 4—6 недель.

Личинки первого поколения окукливаются в конце июня — начале июля на ветвях и стволах деревьев. Твердый кокон бочонкообразной формы, серого цвета, длиной 7—12 мм (рис. 33 вкл.). Фаза куколки длится 12—15 дней.

Появившиеся из куколок имаго откладывают яйца уже в молодую хвою сосны, во второй половине июля — начале августа появляются личинки второго поколения. Они питаются хвоей текущего года до сентября — октября и затем спускаются в лесную подстилку, где окукливаются в бурых коконах, там и зимуют. В период вспышек массового размножения при недостатке кормового ресурса обычно наблюдается факультативная диапауза части закононировавшихся личинок второго поколения. При однолетней генерации в коконах зимуют личинки и только весной они превращаются в куколок.

При двух поколениях в год ущерб, наносимый сосновым културам обыкновенным сосновым пилильщиком, очень высок, так

как в его очагах повреждается и старая и молодая хвоя, что в засушливые годы может вызвать усыхание значительной части деревьев. При одногодовой генерации ущерб от соснового пилильщика несколько меньше.

Вспышки массового размножения обыкновенного соснового пилильщика длятся обычно 3—4 года и затухают под влиянием энтомофагов и эпизоотий полиэдроза и бактериозов.

Рыжий сосновый пилильщик (*Neodiprion sertifer*, семейство настоящие пилильщики — Tenthredinidae) по размерам и биологии сходен с предыдущим видом, но при этом имеет всегда однолетнюю генерацию. Тело взрослого насекомого более или менее округлое, у самок — рыжее с отдельными черными частями, у самцов — черное, усики длинные, нитевидные или пыльчатые. Размеры тела 0,6—0,9 см.

Лёт в конце августа — сентябре. Самки откладывают яйца внутрь хвоинок текущего года. В местах яйцекладки на хвоинках видны пропилы, а на верхней и нижней ее сторонах — желтые пятна. Яйца зимуют, и в первой половине мая из них появляются личинки. Питаются личинки до середины июня.

Личинки грязно-зеленого цвета с узкой светлой полоской вдоль спины и темными полосами по бокам, достигают длины 2,6 см (рис. 34 цв. вкл.). Голова черная, блестящая. В первом возрасте они выедают только мягкие ткани хвои, не трогая жилки. В середине июня личинки спускаются в лесную подстилку, где коконизируются в золотисто-рыжих плотных блестящих шелковистых коконах бочонкообразной формы, часто с небольшой перетяжкой в середине длиной 6—10 мм. Осенью личинки в коконах окукливаются. Генерация одногодовая.

Рыжий сосновый пилильщик относится к весенне-летней фенологической группе хвоегрызущих насекомых. У части его популяции нередко наблюдается личиночная диапауза. Диапаузирующие особи могут перележать в коконе 1—2 года и более; за это время они активно истребляются в подстилке мелкими позвоночными животными и энтомофагами и гибнут от болезней. Большая доля диапаузирующих особей чаще всего наблюдается в конце вспышки массового размножения.

Рыжий сосновый пилильщик очень пластичен и широко распространен в ареале сосны. Его очаги возникают в сосняках естественного происхождения и культурах разных возрастов, при разной полноте и в разных типах леса, начиная от сосняков-беломошников до сосняков сфагновых. Сильнее повреждаются обычно опушечные деревья, сосновые редины и подрост в окнах древостоя.

Вспышки массового размножения пилильщика затухают под влиянием болезней и энтомофагов. Нередко они затягиваются,

когда волны резких подъемов численности перемежаются менее масштабными ее всплесками.

Наибольший вред пилильщик приносит культурам до 30-летнего возраста. После повреждения хвоя сосен обычно восстанавливается. Опасность представляет частое и многократное повреждение хвои сосны, которое сопровождается значительным падением прироста и снижением устойчивости деревьев.

Ткачи-пилильщики (семейство Pamphiliidae, отряд перепончатокрылые) — небольшие и средние по размерам насекомые, по внешнему виду напоминающие настоящих пилильщиков. Тело у взрослого насекомого широкое, часто сплющенное, голова большая, усики нитевидные. Крылья широкие с характерным жилкованием, отличающимся очень извилистым, запутанным расположением жилок. Свое название они получили из-за способности личинок при питании хвоей и листьями строить (ткать) вокруг себя паутинные гнезда. Личинки пилильщиков-ткачей слабо S-образно изогнуты, с хорошо развитыми грудными ногами, 7—8-члениковыми усиками и церками на последнем сегменте. Они живут в паутинных гнездах колониями, реже одиночно, многие из них повреждают хвою сосны, ели и лиственницы.

Среди них наиболее широкое распространение и значение как хвоегрызущие вредители имеют виды, повреждающие хвою сосны: звездчатый и красноголовый пилильщики-ткачи.

Звездчатый ткач-пилильщик (*Acantholyda nemoralis* (= *A. stellata*) в стадии имаго имеет две пары прозрачных, к вершине слегка сероватых крыльев, уплощенное брюшко, длина тела 11—15 мм. Голова и грудь черные с изменчивым желтовато-белым рисунком, брюшко рыжее, с зачерненными тергитами, ноги и усики рыжие.

Лёт звездчатого ткача-пилильщика начинается в третьей декаде мая и часто бывает сильно растянут из-за неравномерного по срокам выхода из почвы после зимовки взрослых насекомых. Яйца лодочкообразные, на одном полюсе заострены и приподняты, на другом — притуплены, расположены на хвоинках одиночно, ближе к их вершине. Длина яиц до 2,6 мм, их развитие длится 2—3 недели.

Личинки желтоватого цвета, в дальнейшем оливково-зеленые с тремя продольными буроватыми полосами на спине и брюшке. Голова бурая, ноги черные (рис. 35 цв. вкл.). Живут по одной в паутинистых гнездах, имеющих вид трубочек, расположенных вдоль побегов сосны, где и питаются, обгрызая хвоинки. Достигнув старших возрастов, они покидают гнездо и питаются открыто, поедая старую хвою.

В конце июня — начале июля личинки спускаются в почву на глубину 5—15 см. В почве они меняют окраску, образуя две ярко

выраженные цветные аберрации — желтую и зеленую. В сентябре они превращаются в подготовившихся к окукливанию или диапаузирующих прониимф, которые зимуют. У личинок, не впавших в диапаузу, в конце сентября — октябре на голове появляются темные пятна (места будущих глаз имаго), после чего тело личинки постепенно выпрямляется. У диапаузирующих личинок пятна на голове отсутствуют.

Окукливание звездчатого ткача происходит на следующий год в мае. Куколки желтоватые (1,2—1,4 см), постепенно их тела местами чернеет. Фаза куколки длится 8—15 дней. Генерация однолетняя, но часть популяции (около одной трети всех личинок) всегда впадает в диапаузу, и их развитие затягивается на 2—3 года. Поэтому вспышки массового размножения ткача часто носят затяжной характер и продолжаются 9—10 лет и более. Это обусловлено не только факультативной диапаузой, но и медленным действием комплекса энтомофагов и болезней (мускардиноз). При затяжном характере вспышки его очаги перемещаются по территории лесного массива и попеременно возникают в разных местах.

Звездчатый ткач относится к весенне-летней фенологической группе хвоегрызущих насекомых. Чаще всего он образует очаги в чистых сосновых 10—30-летних культурах разной сомкнутости (рис. 36 цв. вкл.), преимущественно в высокополнотных, а также в молодых и средневозрастных сосняках естественного происхождения в степной, лесостепной, реже в лесной зонах.

Красноголовый ткач-пилильщик (*Acantholyda erythrocephala*) в стадии имаго имеет темно-синее тело, голова спереди частично красная или рыжая с черным теменем. Крылья черноватые с синим отливом. Длина тела 10—14 мм.

Лёт в лесостепной зоне начинается в третьей декаде апреля и заканчивается в начале мая, в лесной зоне — начинается и заканчивается в мае. Самки откладывают яйца на прошлогоднюю хвою. Яйца цилиндрические, с закругленными полюсами, лежащие, гладкие, расположены цепочкой на плоской стороне хвоинок. Длина до 2,5 мм. Период развития яйца 16—22 дня.

Личинки серо-зеленого или желтовато-зеленого цвета с тремя буроватыми продольными полосами и поперечными рядами мелких слабозаметных пятен. Голова желто-бурая. Ноги желто-зеленые. Живут группами на веточках, оплетенных редкой паутиной. Внутри общего паутинного гнезда каждая личинка сплетает отдельную паутинную трубку. Личинки старших возрастов устраивают индивидуальные гнезда в виде паутинных трубочек, по длине равных размерам личинки. Питание личинок продолжается в течение 20—25 дней. В конце июля они спускаются в почву. В августе появляются прониимфы, весной превращающиеся в куколок.

Генерация одногодная. Личинкам присуща диапауза, за счет которой генерация часто удлиняется до двух лет.

Красноголовый ткач относится к весенне-летней фенологической группе, чаще всего его очаги развиваются в сосновых культурах в возрасте 10—30 лет, созданных на песках. Реже встречается в более старых насаждениях, часто ослабленных антропогенным воздействием. Вспышка массового размножения продолжается семь лет.

10.4.2. Вредители лиственных пород

Число видов вредителей лиственных пород велико. К наиболее известным из них относятся комплекс листоверток, непарный шелкопряд, златогузка, ивовая волнянка, кольчатый коконопряд, дубовая хохлатка, лунка серебристая и другие представители семейства хохлаток, многие виды пядениц, в том числе зимняя, бурополосая, пяденица-обдирало, многие виды совок, представители семейства паутинные горностаевые моли (черемуховая, плодовая и др.), некоторые виды из семейств бражников, нимфалид, белянок.

Дубовая зеленая листовертка (*Tortrix viridana*, семейство листовертки — Tortricidae) — бабочка с размахом крыльев 18—23 мм. Передние крылья и грудь ярко-зеленые, ноги, задние крылья и брюшко серые (рис. 37 цв. вкл.).

Лёт бабочек начинается в июне. Самки откладывают по 2 яйца на утолщениях между годичными побегам стержневой ветви, на листовых рубцах, в развилках веточек и в других неровностях коры в верхней части кроны дерева. Кладки яиц размером 1—1,5 мм сверху покрыты щитком под цвет дубовой коры. Яйца оранжевые, округлой формы, сверху приплюснутые, размером около 0,7 мм.

Гусеницы длиной до 1,8 см, грязно-зеленые с черными шетинконосными бородавочками на спине и боках, с темно-бурой или черной головой. Появляются в конце апреля — начале мая, чаще всего одновременно с распусканием почек дуба ранней формы. Проникая в почки, гусеницы выедают их, затем скелетируют листья, а в старших возрастах листья съедают целиком.

Развитие гусениц в среднем длится 20—25 дней, после чего с помощью тонкой паутины они окукливаются в свернутых «пирожком» листьях дуба, а при полном их объедании — в трещинах коры дуба или в листьях деревьев других пород. Куколки длиной 12—1,5 см, тонкие, темно-бурые, с блестящими покровами, их брюшко к вершине слабо суживается, кремастер уплощенный, на восьмом и девятом тергитах брюшка по одному пояску, а на остальных — по 2 пояска зубчиков. После вылета бабочки из свер-

нутых листьев часто торчат темно-бурые, иногда черные шкурки (экзувии) куколок. Генерация одногодная.

Дубовая листовертка относится к весенней фенологической группе листогрызущих насекомых. Она свето- и теплолюбива, ее очаги образуются в ареале дуба черешчатого, чаще всего в изреженных чистых старовозрастных дубравах в наиболее сухих и прогреваемых местоположениях, в приовражных балочных насаждениях, порослевых дубравах и старых парках. Очаги, как правило, приурочены к насаждениям ранней формы дуба.

Вспышки массового размножения листовертки возникают периодически и длятся от 3—5 лет и более. Нарастанию численности листовертки способствует совпадение сроков выхода гусениц из яиц и появления фазы открытой почки у дуба. Вспышки обычно обрываются низкими зимними температурами (ниже -30°C), а при теплых в течение нескольких лет зимах затягиваются иногда до 10—14 лет. С дубовой листоверткой связано много энтомофагов. В ряде случаев они так же, как и насекомоядные птицы, существенно влияют на снижение численности популяции.

Дубовая зеленая листовертка относится к монофагам (повреждает только дуб) и к ранневесенней фенологической группе листогрызущих насекомых. После повреждения листва дуба, как правило, восстанавливается уже к концу июня — началу июля. Восстановившаяся листва часто повреждается мучнистой росой, побеги к осени не успевают одревеснеть и часто обмерзают. В поврежденных дубравах снижается прирост деревьев, усиливается суховершинность, интенсифицируется отпад. Вредоносность листовертки усиливается при затяжном развитии вспышки и многократном повреждении дуба в течение нескольких лет.

Боярышниковая листовертка (*Archips crataegana*) — бабочка с размахом крыльев 1,9—2,6 см. Передние крылья серо-бурые или фиолетово-серые с темным рисунком в виде поперечных полос и пятен на вершинном крае.

Лёт во второй половине июня. Самка откладывает яйца на стволы и ветви деревьев кучками, заливая их выделениями придаточных желез. Они затвердевают и образуют щитки неправильной-овальной формы, сначала сероватые, после зимовки ярко-белые. В одной кладке 10—90 яиц. Одна самка может отложить одну — три кладки. Яйца зимуют.

Гусеницы появляются рано весной, обычно на декаду позднее, чем у зеленой дубовой листовертки. Они зеленовато-черные, с черными щетинконосными бородавками и головой. Гусеницы многоядны, в лесах они повреждают дуб, вяз, осину, липу, клен остролистный, в садах — плодовые породы. Развитие гусениц продолжается около месяца. Они окукливаются в свернутых с вер-

шины или с бокового края листьев и в трещинах коры разных пород.

Куколки от темно-бурого до черного цвета, длиной около 1,6 см. Брюшко к вершине явственно утончается и заканчивается коническим продольно-морщинистым кремастером с крючковатыми щетинками. На первом тергите брюшка полушаровидный удлиненный бугорок. Фаза куколки длится 10—12 дней. Генерация одногодная.

Боярышниковая листовертка относится к весенней фенологической группе листогрызущих насекомых. Ее очаги возникают чаще всего в дубравах, смешанных кленово-липовых насаждениях и крупных массивах плодовых садов. Она более, чем дубовая листовертка, устойчива к зимним морозам, а весной не связана синхронно с распусканием почек дуба, так как питается и на других породах (А. И. Воронцов, 1978).

Кроме дубовой зеленой и боярышниковой листовертки в лесах могут возникать локальные очаги листоверток других видов: **розанной** (*Archips rosana*), **пестро-золотистой** (*Ar. xylosteana*) и многих других. Они часто образуют так называемые комплексные очаги, где одновременно повышена численность у нескольких видов листогрызущих вредителей — листоверток, совок, пядениц, численное соотношение которых меняется по годам.

Непарный шелкопряд (*Lymantria dispar*, семейство волнянки — Lymantriidae) — один из самых известных и распространенных вредителей лесов, садов и декоративных насаждений. Он получил свое название за резкое различие между самцом и самкой (рис. 38 цв. вкл.). Самка с размахом крыльев до 75 мм, с толстым массивным брюшком, на конце покрытым густыми бурыми волосками. Самец меньше самки (размах крыльев до 45 мм), с тонким брюшком и перистыми усиками. Крылья у самки грязновато-белые с несколькими черными зигзагообразными линиями, а у самца — буровато-серые с широкими прерывистыми темными поперечными полосками и бахромкой в темных пятнах по краю. Задние крылья у самца бурые, с темным краем и светлой бахромкой.

Лёт бабочек непарного шелкопряда в июле, в средней полосе европейской части России он продолжается до середины августа. Самка обычно откладывает яйца в трещины и неровности коры комлевой части стволов деревьев на высоте 20—50 см от поверхности земли, переслаивая их волосками со своего брюшка. В южных районах России кладки непарного шелкопряда можно встретить на всем стволе дерева. В периоды массовых размножений их можно найти на пнях, валежнике, камнях, стенах построек, столбах и заборах. В горных лесах самки размещают кладки на скалах, а в Приморье — на нижней части листьев.

В кладке, внешне напоминающей выпуклый кусочек войлока овальной или яйцевидной формы, содержится 300—450 яиц, а в отдельных случаях — до 1 200. Яйца шаровидные, слегка приплюснутые, желтоватые, позже буреющие, блестящие. Свежеотложенные кладки яиц выпуклые и на ощупь упругие; сохранившиеся с прошлого года — серые, пустые, на поверхности их видны маленькие отверстия, оставшиеся после выхода гусениц. В период вспышек массового размножения кладки бывают в таком огромном количестве, что, сливаясь, образуют сплошную шерстистую поверхность.

Формирование гусениц в яйце происходит осенью, после чего они уходят в диапаузу. Яйца устойчивы к воздействию воды и морозов (выживают при температуре $-25 \dots -30 \text{ }^\circ\text{C}$). Затяжная осень и теплая зима, прерываемая сильными оттепелями, отрицательно влияют на выживаемость эмбрионов и вызывают их повышенную смертность в яйце, а также снижают устойчивость к весенним заморозкам и болезням.

В средней полосе выход гусениц из яиц начинается обычно в конце первой декады мая, на юге — несколько раньше: он почти всегда совпадает с наступлением устойчивой теплой погоды (при полуденных температурах выше $+10 \text{—} +25 \text{ }^\circ\text{C}$, а среднесуточных — выше $+6 \text{ }^\circ\text{C}$). Вылупившиеся гусеницы с матово-черной головой и шестью продольными рядами темных бородавок, покрытых длинными тонкими короткими щетинкообразными волосками, съедают оболочку яиц и несколько дней сидят кучками, а затем поднимаются по стволам, расползаются по кронам деревьев и начинают поедать листья. По мере роста гусеницы достигают 4,5—7,5 см. Окраска покровов их тела очень изменчива: от желтовато-серой до серой и серовато-бурой. Характерный признак — наличие на спинных сегментах тела волосистых бородавок: на первых пяти — по две синих, на следующих шести — по две красных, по бокам имеются более мелкие также волосистые красноватые бородавки (рис. 39 цв. вкл.).

Гусеницы, развивающиеся в самцов, линяют четыре раза и проходят пять возрастов, а развивающиеся в самок линяют пять раз и имеют шесть возрастов. Для развития гусениц сумма среднесуточных температур должна быть около $650 \text{—} 700 \text{ }^\circ\text{C}$. При оптимальных условиях развитие может заканчиваться в 34—40 дней, при менее благоприятных — в 50—80 дней (А. И. Воронцов, 1978). Гусеницы окукливаются во второй половине июня среди листьев, в развилках ветвей и трещинах коры на стволах деревьев. Перед окукливанием гусеницы обычно собираются большими группами и оплетают редкой паутиной остатки съеденных листьев, образуя своеобразные гнезда.

Куколки темно-бурые, матовые с рыжими короткими и редкими пучками волосков. Кремастер удлинённый, слабобулавовид-

ный с многочисленными крючками на булаве. Длина куколок 3,7 см. Через 2—3 недели из куколок отрождаются бабочки. Генерация однолетняя.

Непарный шелкопряд — многоядный вредитель. Его гусеницы повреждают более 300 видов растений, в том числе (кроме почти всех лиственных пород) некоторые хвойные породы — лиственницу, сосну, пихту, плодовые деревья и кустарники, культурные злаки, клюкву, бруснику, землянику, осоку и другие травянистые растения. Наиболее плодовитое и жизнеспособное потомство непарного шелкопряда получается при питании гусениц листьями дуба, плодовых пород и тополя. В северных районах излюбленные породы — береза и ива.

В равнинных лесах европейской части России очаги непарного шелкопряда возникают в изреженных насаждениях, редицах и по южным опушкам более густых древостоев, состоящих из ранней формы летнего дуба, березы, а по поймам рек — в насаждениях из вяза и тополя, реже ветлы. В Восточной Сибири очаги непарного шелкопряда приурочены к лиственничникам, а на Алтае — к пихтачам. Вспышки массового размножения непарного шелкопряда обычно возникают после 2—3 засушливых лет и совпадающих с ними суровых зим с высоким снежным покровом.

В регуляции плотности его популяций большую роль играют энтомофаги и болезни. Чаще всего вспышки массового размножения непарного шелкопряда затухают под влиянием полиэдроза. Гусеницы поражаются также бактериальными и протозойными болезнями и нематодами. В снижении численности непарного шелкопряда заметную роль играют птицы (синицы, садовые славки, зяблики, мухоловки, кукушки, иволги и др.) и большой комплекс хищных и паразитических насекомых-энтомофагов. Известно около 150 видов насекомых, паразитирующих на непарном шелкопряде во всех фазах развития.

Вспышки массового размножения наблюдаются ежегодно в тех или иных частях ареала. Часто они носят местный характер и образуют очаги на небольших площадях, иногда же распространяются на огромных пространствах, захватывая несколько ландшафтно-географических зон. В северной части ареала часто формируются миграционные очаги, возникающие вследствие переноса бабочек циклоном; такой случай переноса непарного шелкопряда из лесов Рязанской в леса Московской области, в том числе на территорию Москвы, в 1958 г. описан А. И. Воронцовым. После попадания в город кладки яиц вредителя можно было найти даже на цоколях зданий.

Непарный шелкопряд относится к весенне-летней фенологической группе хвое- и листогрызущих насекомых. Одна из важных особенностей, увеличивающая его вредоносность, — много-

ядность. Несмотря на восстановление в середине лета листы у деревьев, поврежденных непарным шелкопрядом, негативными последствиями многократного повреждения (2—3 года и более) становятся увеличение текущего отпада в насаждениях и заметное снижение прироста живых деревьев. Многократное повреждение насаждений непарным шелкопрядом приводит их к прогрессирующей суховершинности.

Златогузка (*Euproctis chrysorrhoea*, семейство волнянки — Lymantriidae) — бабочка снежно-белого цвета с шелковистым блеском, размах крыльев 3—4 см. На конце брюшка у самок широкая щеточка, а у самцов кисточка из золотистых волосков.

Лёт бабочек в июне — первой половине июля. Кладки яиц в виде золотистых плоских колбасок на нижней стороне листьев дуба и других лиственных пород. Яйца желтоватые, мелкие, от нескольких десятков до нескольких сотен в одной кладке.

Через 15—20 дней (чаще всего во второй половине июля) из яиц выходят волосистые гусеницы, сначала скелетирующие, а затем поедающие листья деревьев. Гусеницы до 4 см, темно-бурые или серовато-черные, с красными волосистыми бородавками и белыми пятнами вдоль спины, образующими 2 красные и 2 белые продольные полосы (рис. 40 цв. вкл.). Волоски гусениц ядовиты, они легко обламываются и при попадании на кожу способны вызвать ее раздражение.

Поврежденные листья гусеницы стягивают паутиной, так что получается очень плотное гнездо серого цвета, в котором после второй или третьей линьки гусеницы зимуют вместе по 200—2000 штук. Гнезда с зимующими гусеницами на деревьях приурочены к наиболее освещенным периферийным частям крон более или менее свободно стоящих деревьев, преобладают на южных опушках, а в сомкнутых насаждениях располагаются на вершинах самых высоких деревьев. На освещенных местах гнезда обычно крупнее, чем в тени. Весной гусеницы выходят из паутинных гнезд во время раскрывания листовых почек рано распускающейся формы дуба и приступают к питанию почками и молодыми листьями, часто полностью оголяя деревья. Питание длится 1—1,5 месяца. Окукливаются они в июне среди листьев и на стволах в редком буровато-сером коконе поодиночке или группами, а при массовом размножении — на траве под деревьями. Куколки длиной до 2 см. Вершина кремастера с немногочисленными длинными крючкообразными щетинками. Фаза куколки длится 15—20 дней. Генерация однолетняя.

Златогузка относится к летне-весенней фенологической группе листогрызущих насекомых. Она отличается исключительным свето- и теплолюбием. Ее первичные очаги возникают в наиболее сухих и прогреваемых солнцем дубравах, состоящих из

ранней формы летнего дуба, особенно в порослевых несомкнутых дубовых молодняках и культурах, в байрачных лесах по балкам и дубовых колках в степях, в запущенных плодовых садах и зарослях диких плодовых деревьев. Очень часто источником распространения златогузки служат заросли терна и боярышника, представляющие собой ее резервации в степях (А. И. Воронцов, 1978).

Подъем численности златогузки обусловлен определенным устойчивым режимом погоды, наступающим сразу на значительных территориях, и, по мнению А.И. Воронцова, чаще всего он совпадает, как и у непарного шелкопряда, с господством атмосферной циркуляции восточного типа. В регуляции численности златогузки энтомофаги решающей роли не играют, хотя паразитируют на всех фазах ее развития. Большое значение имеют птицы, особенно большая синица, уничтожающая огромное количество гусениц зимой. Очень часто в очагах бывает расклевано 60—70 % всех зимних гнезд. Летом гусениц активно уничтожает кукушка. Часто вспышка затухает под влиянием бактериоза, вызывающего массовую гибель гусениц. Развитие болезни обычно совпадает с дождливой погодой в конце мая — первой половине июня.

Под влиянием повреждения листы, начинающегося летом и продолжающегося весной следующего года, резко снижается прирост насаждений и интенсифицируется отпад.

Ивовая волнянка (*Leucota* (= *Stilpnotia*) *salicis*, семейство волнянки — Lymantriidae) — бабочка с шелковисто-белыми крыльями без рисунка, их размах до 5 см, ноги и усики белые с черными колечками, брюшко черное, покрыто белыми волосками.

Лёт бабочек в июне — июле. Самка откладывает зеленоватые яйца несколькими кучками на стволы, ветви и листья деревьев, а при массовом размножении в населенных пунктах — на столбы, заборы и стены строений. Кладки яиц, покрытые пенестообразной серебристо-серой пленкой, имеют вид круглых беловатых несколько приплюснутых подушечек шириной до 1,5 см. Количество яиц в одной кладке до 50—200 штук. Плодовитость самки в среднем 500—700 яиц, а в благоприятные годы свыше 1000 штук. Развитие яиц продолжается 7—10 дней.

После вылупления из яиц гусеницы начинают скелетировать листья, линяют и во втором возрасте, еще задолго до осеннего понижения температуры, уходят на зимовку в трещины и щели коры, в дупла и под опавшую листву. В средней полосе перезимовавшие гусеницы начинают питаться в первой половине мая, на юге — в конце апреля. Они питаются только представителями семейства ивовых, предпочитая тополя, в первую очередь бальзамический.

Тело гусениц с рыжеватыми волосистыми бородавками и рядом желтоватых или белых крупных округлых двойных пятен на спине. Длина взрослой гусеницы достигает 5 см.

В конце июня — июле гусеницы окукливаются на стволах деревьев, среди листьев, на заборах и столбах. Гусеницы собираются перед окукливанием группами по 10 — 25 и оплетаются паутиной. Куколка черная, блестящая, с белыми или желтоватыми крыловыми покрывками и светлыми бородавками, придающими ей пеструю окраску. Длина до 2,5 см.

По сведениям А. И. Воронцова, ивовая волнянка предпочитает густые, хорошо увлажненные насаждения различных возрастов, поливаемые уличные посадки и тополевые плантации. Ее очаги носят локальный характер, а вспышки массового размножения продолжаются по нескольку лет. Вспышки затухают под влиянием комплекса энтомофагов и болезней. Наиболее сильное влияние болезни оказывают во влажные годы.

Кольчатый коконопряд (*Malacosoma neustria*, семейство коконопряды — Lasiocampidae) — бабочка с густоволосистым телом и сравнительно широкими крыльями от красно-бурого до охряного цвета, их размах 32 — 40 мм. Передние крылья с двумя поперечными более темными линиями или более темной полосой, переходящей на задние крылья. Усики перистые.

Лёт бабочек в июле. Самка откладывает яйца колечком на тонких ветвях и побегах плодовых деревьев, дуба и других пород. Кольцо состоит из тесной однослойной спирали стоячих конусовидных яиц, плотно склеенных темно-серыми выделениями придаточных желез. Вершины яиц светлые. Яйца зимуют со сформировавшимися в них гусеницами.

Гусеницы сначала темные, потом голубовато-серого цвета с более или менее равномерно расположенными короткими волосками на покровах тела и с продольными разноцветными линиями — срединной белой, двумя оранжевыми и черными и двумя широкими голубыми полосами по бокам (рис. 41 цв. вкл.). Длина взрослых гусениц достигает 4,5 см.

Они выходят из яиц ранней весной в конце апреля — начале мая и живут колониями до четвертого возраста, сначала выедают еще не распутившиеся почки, затем объедают листья с краев, оставляя центральную жилку. Питаются гусеницы в ночное время; днем скапливаются в развилках толстых сучьев, где устраивают паутинные гнезда, в которых прячутся в плохую погоду.

Окукливаются гусеницы в июне в трещинах коры и на листьях, а в очагах массового размножения и на травяном покрове. Куколки черные с сизым налетом, длиной до 2,5 см, с закругленной вершиной брюшка. Находятся в двухслойном пергаментовидном рыхлом лимонно-белом коконе, где располагают-

ся одиночно. Фаза куколки длится 15 дней. Генерация однолетняя.

Кольчатый коконопряд относится к весенне-летней фенологической группе. Это многоядный вид, повреждающий дуб, плодовые, особенно яблоню и многие лиственные породы (тополь, ильмовые, липа, рябина и другие розоцветные). Вспышки его массового размножения возникают в городских насаждениях и парках, в лесах, чаще всего в дубравах.

В комплекс энтомофагов входят главным образом многоядные виды, среди них много яйцеедов. Многие из них имеют несколько поколений в год.

Причина затухания очагов кольчатого коконопряда — чаще всего бактериозы в сочетании с неблагоприятной погодой в конце периода развития гусениц.

Дубовая хохлатка (*Peridea anceps*, семейство хохлатки — Notodontidae) — крупная бабочка с размахом крыльев до 5 — 6 см, с гребенчатыми усиками. Передние крылья удлинённые, серые, с тремя неясными зубчатыми линиями и рядом ржаво-бурых пятен перед внешним краем, задние — беловато-желтые.

Лёт бабочек в середине мая. Самки откладывают яйца молочно-белого цвета полушаровидной формы с плоским основанием, диаметром 1,4 мм. Яйца расположены кучками на тонких веточках в кронах и на стволах деревьев в один слой. Фаза яйца длится около 1,5 — 3 недели. Плодовитость одной самки до 300 яиц, максимальная около 500.

Вышедшие из яиц гусеницы скелетируют листья дуба, во втором возрасте начинают объедать их с краев, а затем съедают целиком, оставляя толстые жилки. Гусеница до 6 см длиной, голая, цилиндрическая, зеленого цвета, с двумя узкими светлыми полосами на спине и темной полосой между ними. По бокам тела косые красные и желтые полосы. Голова зеленоватая с четырьмя желтыми черточками. Питаются гусеницы только листьями дуба. Они линяют четыре раза и имеют пять возрастов. Общая продолжительность развития 36 — 43 дня.

Окукливание происходит в начале июля под кронами в лесной подстилке на глубине до 5 см. Куколка черная, блестящая, длиной 3 — 4 см. Находится в мягком продолговатом коконе из остатков листьев с прилипшими частицами почвы. Куколка зимует. Генерация одногодная, при этом иногда в популяции дубовой хохлатки у части куколок появляется факультативная диапауза, которая может продолжаться несколько лет.

Дубовая хохлатка тенелюбива, ее очаги возникают обычно в молодых и средневозрастных дубовых насаждениях преимущественно порослевого происхождения, произрастающих на супесчаных и щебенистых бедных почвах в лесостепи и степи. Они

носят локальный характер и обычно образуются в одних и тех же участках леса, а вследствие диапаузы у части куколок вспышки растягиваются на несколько лет. Чаще всего вспышки затухают под влиянием болезней гусениц. На снижение численности вредителя большое влияние оказывают птицы и хищные энтомофаги, в том числе большой зеленый красотел.

Хохлатка относится к летней, наиболее вредоносной фенологической группе листогрызущих насекомых, в поврежденных ею дубравах листва часто не успевает восстановиться, поэтому прирост дуба заметно снижается, а интенсивность отпада значительно возрастает, особенно при многократном повреждении дуба в течение 2 лет и более.

Лунка серебристая (*Phalera bucephala*, семейство хохлатки — Notodontidae) — бабочка с размахом крыльев 5—6 см. Передние крылья серебристо-серые. В наружном углу каждого крыла расположено лунообразное золотисто-желтое пятно, с внутренней стороны окаймленное дугообразной двойной темной линией. Задние крылья белые с легким сероватым оттенком.

Массовый лёт бабочек начинается в июне. Самка откладывает яйца на нижнюю сторону листьев в один слой, размещая их ближе к краю верхней части листа. Кладка обычно состоит из 40—60 яиц (с колебаниями от 10 до 12 штук). Яйца полукруглые, с плоским основанием, нижняя половина яйца темно-зеленая, верхняя светлая с темной точкой в середине. Через 12—15 дней из яиц выходят светло-желтые с черными точками гусеницы, покрытые волосками. Гусеницы в первых двух возрастах живут совместно и только скелетируют листья, а начиная с третьего возраста, съедают их целиком. Гусеницы имеют пять возрастов и живут 40—50 дней. Тело взрослой гусеницы покрыто тонкими желтовато-серыми волосками, она темно-бурая с 10 прерывистыми желтыми продольными полосами и желтыми поперечными перевязями на каждом сегменте, на головной капсуле — характерный знак в виде желтоватой вилки. Длина гусеницы достигает 6 см. Одна гусеница съедает около 10—11 г листвы (20 дубовых листьев средней величины). Гусеницы лунки многоядны, предпочитают дуб, затем липу, березу, могут повреждать ясень, клен, тополь и листву деревьев других пород. В сентябре гусеницы окукливаются в почве на глубине до 5 см (часть из них углубляется на 10—15 см), там они и зимуют.

Куколка темно-бурая, блестящая, длиной 3—5 см. Кремастер оканчивается четырьмя веерообразно расходящимися отростками. Генерация одногодная. Часть куколок (10—15 %) впадает в диапаузу и обычно перележивает в почве еще год, а бабочки из этих куколок вылетают только на третий год.

Лунка обитает в байрачных лесах юго-востока, встречается в молодых культурах и лесополосах степной зоны, широко распро-

странена в городских насаждениях различных ландшафтно-географических зон, а также в горных дубовых лесах Кавказа. Она образует преимущественно локальные очаги. В колебаниях численности лунки большую роль играют насекомые-энтомофаги. Птицы гусениц не трогают. Затухают вспышки чаще всего под влиянием грибных, бактериальных и вирусных болезней.

Зимняя пяденица (*Operophtera brumata*) отличается выраженным половым диморфизмом: самцы крылатые, размах крыльев 20—25 мм, передние крылья желто-серые, с тусклыми волнистыми поперечными полосами, задние — беловато-серые. Самка буро-серая с длинными ногами, имеет только зачаточные крылья и летать не способна, передвигается вверх по стволу и в кроне с помощью ног. Лёт начинается в октябре и длится 40—50 дней. Максимальная активность бабочек наступает в сумерки, самцы летят на свет. После копуляции самки быстро взбираются по стволу дерева и откладывают около почек и в междоузлиях, в трещинах и неровностях коры тонких веточек по 1—2 яйца или кучками (по 10—20 штук). Яйца зимуют, сначала они светло-зеленого или фиштакжевого цвета, через 6—10 дней после откладки становятся оранжевыми, а весной перед выходом гусениц — серо-фиолетовыми. Гусеницы зимней пяденицы длиной до 2 см, светло-зеленого цвета, с зеленой головой, темной спинной полосой и тремя белыми линиями по бокам тела. Они выходят из яиц в конце апреля — начале мая одновременно с началом распускания листвы. Первые дни питаются в почках, а после распускания листвы объедают листья. Питание продолжается около месяца, в конце мая — июне они окукливаются около стволов деревьев в почве на глубине до 10 см, частично в лесной подстилке. Находятся в коконе, сооруженном из частиц почвы. Фаза куколки длится около 4 месяцев. Генерация однолетняя.

Зимняя пяденица многоядна: в лесостепной и степной зонах она предпочитает ранораспускающиеся формы дуба и ильмовые, в лесной зоне — ильмовые, клен остролистый, березу, липу, иву, черемуху, ясень. Повсеместно вредит плодовым деревьям. Очаги пяденицы приурочены к средневозрастным дубравам на солонцах и пойменным насаждениям с участием дуба и ильмовых, встречаются в парках, запущенных плодовых садах, в зарослях с участием дикорастущих плодовых.

Зимняя пяденица относится к ранневесеннему фенологическому комплексу; поврежденная ею листва восстанавливается в тот же год, но часто поражается мучнистой росой. При многократном повреждении в очагах возрастает сухокронность и суховершинность деревьев, снижается их прирост.

Пяденицы-шелкопряды — это группа пядениц, принадлежащих к разным родам, названных так за сходство их бабочек с ба-

бочками коконопрядов и волнянок. Их бабочки имеют более толстое и густоопушенное тело в сравнении с другими пяденицами и волоски и шипы на покровах тела. Самки многих пядениц-шелкопрядов бескрылые или с зачаточными крыльями. Самцы крылатые (размах крыльев — 38—52 мм) с гребенчатыми усиками. К этой группе относится несколько видов, наиболее известные из них: *волосистая* — *Apocheima pedaria*, *бурополосая* — *Lucia hirtaria*, *тополевая* — *Biston strataria*, *желтоусая* — *Apocheima hispidaria*. Все они относятся к ранневесеннему комплексу листогрызущих вредителей. Лёт бабочек происходит ранней весной сразу после схода снега.

Гусеницы достигают крупных размеров (5—6 см), имеют острые бородавки или бугорки на покровах тела, часто снабжены шипами или волосками. Питаются в мае — июне, многоядны, повреждают листву дуба, березы, тополя, осины, плодовых и других лиственных пород. В июне окукливаются в подстилке и почве. Куколки имеют заостренный кончик брюшка (кремастер) с отходящими от него шипами. Впадают в летнюю диапаузу и зимуют. Генерация пядениц-шелкопрядов однолетняя.

Их очаги часто возникают в пойменных и нагорных дубравах. Бурополосая пяденица встречается в городских парках и лесопарках. Поврежденная ими листва восстанавливается и их вредоносность проявляется лишь при многократном повторном повреждении деревьев.

Пяденица-обдирало (*Erannis defoliaria*) относится к группе многоядных листогрызущих вредителей. Самки пяденицы-обдирало бескрылые, с желтоватыми покровами тела, парными черными пятнами и точками на спинке; самцы с широкими крыльями в размахе 35—40 мм, стройным телом и тонкими гребенчатыми усиками; передние крылья самцов серовато-желтые с темным внешним краем и двумя волнистыми поперечными полосками ржаво-бурого цвета, задние — серовато-белые. В середине каждого крыла темное пятнышко.

Лёт в сентябре — октябре, бескрылые самки поднимаются в крону дерева по стволу и откладывают яйца на веточки деревьев, где они зимуют.

Гусеницы выходят из яиц весной, питаются листьями плодовых деревьев, дуба, липы, березы и других пород в течение мая — июня (рис. 42 цв. вкл.). Окукливаются без кокона в подстилке и почве. Генерация однолетняя. Часто образуют очаги в садах, парках, чистых и смешанных дубравах совместно с зимней пяденицей и пяденицами-шелкопрядами. Поврежденная листва в их очагах чаще всего восстанавливается в это же лето, поэтому их вредоносность проявляется лишь при многократном повторном повреждении деревьев.

Горностаевые моли (семейство *Yponomeutidae*) — небольшие бабочки с размахом крыльев 2—2,6 см. Передние крылья серебристо-белые, узкие с продольными рядами черных точек, задние — серые. Гусеницы желтовато-белые с черной головой и черными бородавочками на спине и боках, обитают в паутинных гнездах сначала скелетируя, потом полностью объедая листву (рис. 43 цв. вкл.). Окукливаются в паутинных гнездах в плотных светлых коконах. В лесах часто встречаются бересклетовая (*Yponomeuta cognatella*), черемуховая (*Y. evonymella*), яблонная (*Y. malinella*) горностаевые моли, повреждающие древесные породы. Они способны к периодическим подъемам численности, при этом паутина нередко покрывает крону и ствол дерева. Ощутимый вред моли приносят в садах, декоративных насаждениях городов и лесах, в том числе дикорастущих плодовых.

Стволовые вредители

11.1. Общая характеристика группы

К группе стволовых вредителей относятся насекомые, обитающие на стволах, ветвях и корневых лапах деревьев, питающиеся тканями коры и древесины. Это представители отрядов жесткокрылые (семейства короеды, усачи, златки, долгоносики и др.), перепончатокрылые (надсемейство рогохвосты, семейство ксифидрии) и чешуекрылые (семейство древооточцы и стеклянницы). Их личинки протачивают ходы различной конфигурации и глубины в коре, под корой и в древесине ослабленных, усыхающих и сухостойных деревьев, в неокоренной древесине и свежих пнях.

В устойчивых насаждениях стволовые насекомые выполняют роль деструкторов (утилизаторов) отпада, они являются обязательным и важным компонентом лесных экосистем, так как вместе с другими беспозвоночными животными, бактериями и грибами участвуют в разрушении наиболее крупных элементов фитодетрита, тем самым ускоряя круговорот веществ в экосистемах. Стволовые вредители относятся к группе так называемых вторичных вредителей, так как нападают на деревья, чаще всего уже ослабленные другими (первичными) факторами неблагоприятного воздействия.

К причинам, способствующим возникновению очагов стволовых вредителей, относятся явления и процессы, дестабилизирующие нормальное состояние лесных насаждений, вызывающие снижение их устойчивости. Они могут быть разными по происхождению, продолжительности, масштабу и степени воздействия.

Подъемам уровня численности и вспышкам массового размножения стволовых насекомых способствуют факторы неблагоприятного воздействия на леса разного происхождения, в том числе: биотические (болезни и хвое-, листогрызущие насекомые), абиотические (ветер, снежные лавины, засуха и др), антропогенные (промышленное загрязнение атмосферы или нарушение санитарных правил при рубках) и комплексные (лесные пожары, возникающие при активном влиянии человека в периоды высокой пожароопасности). Все они выступают как первичные факторы ослабления леса. Нарушение устойчивости насаждений часто происходит под воздействием комплекса причин. В этом случае не всегда бывает легко выделить наиболее важные из них или уста-

новить их приоритетность. Чаще всего очаги стволовых вредителей возникают в лесах при аномальных по метеорологическим показателям условиях, например, в ельниках после широкомащтабных ветровалов и длительных засух, на гарях, при нарушении санитарных правил, уплотнении почвы и повреждении корневых систем в результате высоких рекреационных нагрузок или пастбы скота и пр. В Сибири и на Дальнем Востоке они часто образуются после вспышек массового размножения сибирского коконопряда, захватывающих в отдельные годы значительные площади. Во всех случаях они ускоряют и интенсифицируют процесс гибели деревьев и насаждений.

При выборе кормового дерева стволовые вредители ориентируются по запаху. Из-за глубоких изменений ряда физиологических показателей (при ослаблении деревьев в результате болезни, дефолиации, повреждения огнем и др.) деревья начинают выделять летучие вещества, привлекающие стволовых вредителей. У деревьев снижается давление живицы, уменьшается тургор клеток лубяного слоя коры, а следовательно, и количество выделяемых при повреждении коры сока и смолы. Первые виды и особи насекомых, нашедшие пригодные для заселения ослабленные деревья и заселившие их (первопоселенцы), начинают усиленно выделять феромоны, что резко увеличивает привлекательность дерева для других особей этого вида.

По степени активности (агрессивности) стволовых вредителей их делят на виды: а) нападающие на обратимо ослабленные деревья без видимых признаков ослабления; б) нападающие на необратимо ослабленные и усыхающие деревья; в) нападающие на деревья, полностью утратившие свои жизненные функции, — сухостойные, поваленные, сломленные, на неокоренную древесину и пни. Активность стволовых вредителей зависит от уровня их численности в насаждениях. При высоком уровне численности виды, относящиеся ко второй группе, способны увеличивать свою агрессивность и подавлять сопротивление жизнеспособных деревьев. К их числу относят, например, короеда-типографа, сосновых лубоедов, черного пихтового усача и др.

Различают 5 основных типов ослабления дерева: вершинный, корневой, стволовый, одновременный, местный. С ними связаны определенные виды и комплексы стволовых вредителей на хвойных породах, подробно описанные А. И. Ильинским. Тип ослабления дерева зависит от фактора, вызвавшего его ослабление, времени и периода его воздействия. Так, низовые пожары, засуха, изменение уровня грунтовых вод, уплотнение почвы, корневая губка, опенок приводят к ослаблению и усыханию дерева по комлевому типу. При повреждении кроны (смоляным раком, хвое- и листогрызущими насекомыми, промышленными выбро-

сами и т. п.) деревья начинают усыхать в области кроны, что вызывает вершинный тип их ослабления и привлекает стволовых вредителей, поселяющихся на вершине и крупных сучьях. Тип и период ослабления деревьев и насаждений определяют видовой состав и экологические группы стволовых вредителей, так как каждый вид предпочитает определенные места поселения на дереве, отличающиеся разной толщиной коры.

Условно к очагам стволовых вредителей относят насаждения с нарушенной устойчивостью, где отмечается более 10 % заселенных ими деревьев. На видовой состав и складывающиеся экологические комплексы стволовых вредителей влияют факторы, нарушающие устойчивость насаждений, например на горяч — время возникновения пожара, его характер и интенсивность, состав, возраст и санитарное состояние насаждений. Очаги стволовых вредителей разного типа могут быть локальными, площадь которых не превышает нескольких гектаров, а могут распространяться и на большие территории. Это зависит от места проявления негативно воздействующего на состояние насаждения фактора — локального или фонового.

Типы очагов стволовых вредителей разделяют на *хронические*, развивающиеся под влиянием длительно и медленно действующих неблагоприятных факторов (развитие очагов корневой гнили), *эпизодические*, образующиеся под влиянием кратковременного, но сильного воздействия на лес пожаров, хвое- и листогрызущих насекомых; *миграционные*, или *очаги расселения*, возникающие вблизи от очагов массового размножения. Эпизодические очаги стволовых вредителей проходят 3 фазы развития: 1) концентрация (нарастание численности), 2) максимум (вспышка), 3) разреживание (рассеивание) популяции.

По особенностям питания и наносимым повреждениям, сказывающимся на качестве древесины, стволовых вредителей делят на 3 группы:

1) питающиеся только в коре и лубе, следствием чего является *поверхностная червоточина* древесины (многие виды короедов, златок, некоторые усачи);

2) протачивающие ходы под корой и в заболонной части древесины, в результате чего возникает *неглубокая червоточина* (серый длинноусый сосновый усач, многие виды златок и др.);

3) проделывающие свои ходы в древесине, где образуется *глубокая червоточина*, сопровождающаяся разрушением древесины с резким снижением ее качества (усачи рода *Monochamus*, древоточцы, рогохвосты и др.).

Особо вредоносны такие виды стволовых вредителей, которые служат переносчиками опасных инфекционных болезней древесных растений: сосудистого микоза дуба и голландской болезни

ильмовых пород (заболонники) либо способны наносить ощутимый вред при дополнительном питании на побегах и ветвях жизнеспособных деревьев, ослабляя их и расширяя свою кормовую базу (черные хвойные усачи, сосновые лубоеды и др.).

11.2. Характеристика главнейших семейств и видов

11.2.1. Короеды

Короеды (семейство Scolytidae, отряд жесткокрылые — Coleoptera). Это широко распространенная в наших лесах группа стволовых вредителей. В России их насчитывается около 300 видов. Размеры жуков короедов небольшие (0,8—9 мм), цвет чаще всего коричневый, бурый или черный, у некоторых тропических видов надкрылья могут быть окрашенными или металлически блестящими. Личинки серпообразные, белые, с темной головой, без ног.

Короеды делятся на два подсемейства. У жуков *подсемейства Scolytinae* надкрылья почти горизонтальные, на вершине не загибаются круто вниз. Брюшко снизу, начиная со второго сегмента, скошено от основания к вершине. У жуков *подсемейства Iripinae* надкрылья на вершине круто загибаются вниз, образуя выпуклый, плоский или вдавленный скат. Брюшко снизу почти горизонтальное, иногда слегка скошено от основания к вершине.

Нападая на ослабленные и усыхающие деревья, короеды проделывают в толще коры, лубе и в поверхностных слоях древесины сложные и разнообразные по форме ходы. Стенки ходов, расположенных в древесине, обычно черные — результат действия грибов-симбионтов. Формы ходов короедов настолько характерны, что по ним можно почти всегда определить вид вредителя, не прибегая к рассмотрению самого насекомого. Свежие короедные ходы обычно наполнены мелкой буровой мукой. У входных отверстий на коре заселенного короедами дерева нередко образуются смоляные воронки (рис. 44 цв. вкл.) и скапливаются кучки буровой муки (рис. 45 цв. вкл.).

Размножение короедов в тканях древесных растений связано с построением определенной системы ходов. Классическая модель короедного хода включает входное отверстие (с выраженным или невыраженным входным каналом), маточный(ые) ход(ы) с яйцевыми колыбельками, личиночные ходы, заканчивающиеся кукольными колыбельками.

По образу жизни всех короедов разделяют на две группы: *моногамные* (однобрачные) и *полигамные* (многобрачные). У пер-

вых семья состоит из одного самца и одной самки, у вторых — из одного самца и нескольких самок.

Индивидуальные отличительные особенности строения и размеры ходов разных видов короедов связаны с биологическими особенностями жуков, плотностью популяции и условиями развития молодого поколения. Соответственно различают способы построения и формы ходов.

У моногамных короедов (многие лубоеды и заболонники) входное отверстие в коре прогрызает самка, спаривание жуков происходит в начале прогрызенного самкой входного канала. Иногда повторные спаривания жуков совершаются в маточном ходе или в особых его углублениях. Ходы моногамных короедов имеют форму поперечных и продольных каналов, скобок различной длины и ширины, реже площадок с отходящими от них личиночными ходами. Продольные ходы строят, например, большой сосновый лубоед (*Tomicus piniperda*), заболонники вязовый, или струйчатый (*Scolytus multistriatus*), и разрушитель (*S. scolytus*) и др.

Двухканальные (скобочные) ходы характеризуются разветвлением маточного хода в двух направлениях от входного канала или брачной камеры. В большинстве случаев у ходов этого типа брачная камера отсутствует, а система представляет собой простую скобку, например у малого ясеневоего лубоеда (*Hylesinus varius*), малого соснового лубоеда (*Tomicus minor*) и др.

Звездчатая, радиальная или многоканальная система ходов характерна для полигамных короедов. Маточные ходы отходят от брачной камеры подобно лучам. Они могут быть прямыми, располагаясь в лубе, или изогнутыми вдоль или поперек волокон древесины, например у вершинного короеда (*Ips acuminatus*), обыкновенного елового гравера (*Pityogenes chalcographus*), короеда-микрографа (*Pityophthorus micrographus*) и др.

Так называемые лестничные ходы характерны для древесинников. Они расположены в трехмерном пространстве; имаго (или личинки) выгрызают личиночные камеры над или под яйцевой камерой, в которых личинки питаются мицелием и спорами грибов, например у полосатого древесинника (*Trypodendron lineatum*) и др.

Особый характер построения имеют ходы «пещерного» типа, или семейные ходы. Они представляют собой полость, выгрызаемую в лубе и древесине деревьев, например у большого елового лубоеда (*Dendroctonus micans*), у короеда крифала (*Cryphalus saltuarius*) и др.

У некоторых видов короедов ходы представляют собой ответвления от ходов других короедов. Для проникновения под кору эти виды используют готовый входной канал или даже механи-

ческое повреждение коры, например короед крошка (*Crypturgus cinereus*), часто образующий свои ходы от ходов сосновых лубоедов. Некоторые тропические короеды (виды рода *Amphicranus*) также пользуются для проникновения в дерево лестничными ходами древесинников рода *Corthylus*. Вытесняя потомство хозяина, личинки «захватчика» питаются мицелием и спорами грибов.

У полигамных короедов входное отверстие в коре прогрызает самец. Под корой или в ее толще он выгрызает неправильной формы полость или площадку — брачную камеру. В нее последовательно проникает несколько самок. После спаривания каждая самка выгрызает отдельный маточный ход. Ходы полигамных короедов имеют звездообразную (брачная камера и отходящие от нее в стороны маточные ходы) или вильчатую формы (2—4 маточных хода отходят вверх и вниз по стволу, образуя вилку). В названиях некоторых короедов нашли отражение сложное построение и причудливость форм ходов, напоминающих письмена. К таким видам относятся короеды стенограф (*Ips sexdentatus*), типограф (*I. typographus*), полиграф (*Polygraphus polygraphus*) и др.

Ходы даже одного вида короедов могут сильно отличаться на деревьях разного физиологического состояния и положения (стоящие или поваленные). На обратимо ослабленных деревьях у заболонников маточный ход сильно укорочен, количество яйцевых камер сильно сокращено, личиночные ходы изогнутые, укороченные, приближены к маточному ходу. На необратимо ослабленных и усыхающих деревьях маточный ход и личиночные ходы нормальной длины, а яйцевые камеры более или менее равномерно распределены вдоль маточного хода. У короедов, развивающихся на хвойных деревьях, существует связь между формой хода и местом поселения и развития потомства. В этом случае большую роль играет строение смолоносной системы хвойных пород. Так, у листовенничного продолговатого короеда (*Ips subelongatus*) в комлевой части ствола листовенниц ходы вильчатые, продольные, а в верхней части деревьев маточные ходы располагаются крестообразно. Направление ходов одного и того же вида короеда вдоль или поперек ствола на стоящих или поваленных, лежащих деревьях также изменяется, часто почти на противоположное. Знание этого обстоятельства помогает лесным специалистам определить: стоящее или срубленное дерево было заселено короедами. В своей замечательной книге «Загадка короедов» известный энтомолог И. Я. Шевырев рассказал, как это помогло выиграть судебный процесс несправедливо обвиненному в «лесной потраве» лесничему.

По бокам маточных ходов самки короедов выгрызают яйцевые камеры, куда откладывают яйца, залепляя камеры пробкой из мелких спрессованных опилок. Вылупившиеся личинки грызут отдель-

ные, постепенно расширяющиеся по мере роста личинок ходы, которые заканчиваются куколочной колыбелькой, где окуклившиеся личинки превращаются во взрослых жуков. Жуки отрождаются почти белыми, но постепенно темнеют, прогрызают вылетные круглые отверстия и вылетают для дополнительного питания или на зимовку. Вылетные отверстия короедов обычно очень многочисленны и напоминают пробитые мелкой дробью дырочки.

Короеды могут заселять дерево снизу доверху, начиная от корневых лап и кончая вершиной и тонкими ветвями, но при этом каждый их вид постоянен в выборе пород и места поселения на стволе. Формы ходов и порядок их построения также постоянны для отдельных видов. В зависимости от плотности поселения короедов незначительно меняется длина маточного хода, его направление по отношению к оси ствола — от высоты положения на стволе и положения самого дерева. При избытке корма и оптимальной плотности поселения короедов маточные ходы достигают максимальной длины, при высокой плотности поселения они становятся короче; например, ходы большого листовичного короеда в комлевой части ствола продольные, а в средней и верхней частях — почти крестообразные из-за более высокой смолистости верхней части ствола.

Лёт жуков большей части видов короедов обычно начинается весной, чаще всего он длится около месяца и заканчивается летом. Фаза яйца продолжается 10—14 дней, фаза личинки 15—20, куколки — 10—14 дней. Таким образом, весь жизненный цикл короедов завершается в 1,5—2 месяца. После завершения развития и перед заселением кормового растения молодые жуки проходят дополнительное питание, которое необходимо для полного развития их половой системы.

Большинство короедов дополнительно питается под корой дерева, где они выгрызают короткие ходы разнообразной формы, получившие название минирных. Некоторые виды, например сосновые лубоеды, выгрызают внутреннюю часть молодых побегов, которые обламываются и падают на землю. Ряд заболонников питается сочным лубом в развилках веточек, а жуки короедов-корнежилов (род *Hylastes*) выгрызают площадки в коре и лубе на стволиках молодых сосен.

Необычно дополнительное питание у тропического короеда *Camptocerus aeneipennis*. По сообщению А. В. Петрова, самцы этого вида выгрызают сквозные отверстия в листьях растений. Сами жуки имеют яркие блестящие надкрылья и на солнце кажется, что на листьях застыли драгоценные камни.

Генерация короедов чаще всего однолетняя, очень редко двухлетняя (короед-дендроктон), у многих видов в теплое лето может быть двойная, а на юге — и тройная. Разнообразны и места зи-

мовок короедов. Например, жуки большого соснового и большого ясеневоего лубоедов зимуют в толще коры у основания ствола дерева в коротких минирных ходах или в лесной подстилке. При двойной генерации у многих видов (типограф, гравер и др.) под корой деревьев зимуют личинки, куколки и молодые жуки.

Заболонники (род *Scolytus*). Жуки отличаются почти горизонтальными надкрыльями и скошенным снизу от основания к вершине брюшком, размер тела колеблется от 1 до 7 мм. Известно 86 видов этого рода, большая их часть развивается на ильмовых и других лиственных породах, редкие виды — на хвойных. Особенно распространены и опасны как переносчики возбудителей голландской болезни ильмовых пород заболонники — разрушитель (*S. scolytus*), зернистолобый (*S. sulcifrons*), струйчатый, или вязовый (*S. multistriatus*), и как переносчик сосудистого микоза дуба — дубовый заболонник (*S. intricatus*). Вылетая из-под коры больных деревьев, они несут на своих покровах споры возбудителей болезней и при дополнительном питании молодых жуков в кронах здоровых деревьев (рис. 46 цв. вкл.) заражают их. Березовый заболонник (*Scolytus ratzeburgi*) развивается на березе; плодовые породы и рябину заселяют морщинистый (*S. rugulosus*) и плодовый (*S. mali*) заболонники.

Ходы заболонников разнообразны по строению: у березового, струйчатого разрушителя маточный ход продольный, с отходящими в стороны частыми личиночными ходами (рис. 47, 48 цв. вкл.), у дубового заболонника он поперечный, личиночные ходы отходят от него вверх и вниз; маточные ходы других видов имеют форму скобки (заболонник Моравица — *S. morawitzi*) или каналов, отходящих от брачной камеры (пигмей — *S. pygmaeus*, меченосец — *S. ensifer* и др.).

Места поселения заболонников располагаются в разных частях ствола и кроны деревьев: в зоне толстой коры поселяются заболонники березовый и разрушитель, в зоне переходной и тонкой коры — струйчатый и дубовый, многие виды заболонников заселяют только крупные ветви и зону тонкой коры — пигмей и др. Вдоль маточных ходов жуки березового заболонника выгрызают круглые вентиляционные отверстия, по которым можно обнаружить заселенные им деревья.

Зимуют заболонники под корой. Весной молодые жуки вылетают и дополнительно питаются в кроне. В конце мая — июне начинается заселение деревьев. Лёт жуков и развитие молодого поколения растянуты. Продолжительность развития у березового и дубового заболонников одногодная, а у других зависит от погоды; например, в средней полосе России в жаркое лето у струйчатого заболонника успевает развиваться 2, а в южных районах — даже 3 поколения.

В условиях Москвы и Московской области биологию развития заболонников на примере зернистолобого заболонника (*S. sulcifrons*) изучал А. В. Петров (2007). Жуки этого вида имеют большое сходство с жуками заболонника-разрушителя (*S. scolytus*), за которых их часто принимают, хотя есть явные морфологические различия. Ходы обоих видов также похожи, они поселяются в комлевой части ствола, реже на толстых ветвях. Этот вид обычен в пойменных насаждениях и городских парках, где произрастают ильмовые породы. На территории Московской области проходит северная граница распространения этого вида. Лёт *S. sulcifrons* начинается в разные сроки со второй по третью декады мая. Максимальная интенсивность лёта наблюдается в первой декаде июня. На 3—5-й день самки начинают строить короткий входной канал, от которого впоследствии образуются маточные ходы. Они продольные, их средняя длина 30—45 мм, максимальная — 75 мм. Ширина маточного хода 2,5—3 мм. Яйца в количестве от 6 до 110 штук самка откладывает в относительно крупные яйцевые камеры в течение 7—20 дней. Личинки первого возраста появляются через 6—9 дней после откладки яиц. Личиночные ходы выгрызаются личинками первых возрастов перпендикулярно к маточному ходу. После второй линьки личинок личиночные ходы круто изменяют свое направление в верхней и нижней части, а в центральной части сохраняют первоначальное направление. Питание и рост личинок продолжаются от 25 до 50 дней. Окукливание происходит в толще коры. Молодые жуки появляются через полторы недели. Сроки развития жуков в одной короедной семье могут существенно различаться, так как временной промежуток между появлением первых и последних яиц в маточном ходе составляет одну-две недели. На сроки развития личинок и их смертность сильно влияет состояние пищевого субстрата, зависящее от физиологического состояния заселяемого дерева. Сроки появления жуков молодого поколения заболонника обычно растянуты, их вылет проходит в период с третьей декады июля по вторую декаду августа. Жуки, покидающие старые ходы, дополнительно питаются на тонких ветвях и скелетных побегах. У части жуков дополнительное питание отсутствует. Лёт жуков второго поколения заболонника начинается в конце июля или начале августа и продолжается до третьей декады августа. Сроки завершения развития второго поколения заболонника зависят от погодных условий. При аномально высоких весенне-летних температурах большая часть второго летнего поколения заболонника завершает свое развитие и начинается вылет и лёт жуков второго поколения. Ко второй декаде сентября в ходах появляются личинки, большая часть которых в теплые зимы благополучно перезимовывает. На сле-

дующий год вылет жуков первого поколения в связи с этим начинается раньше и бывает сильно растянутым. Смертность заболонника в фазе яйца и личинок первых возрастов определяется резистентностью заселяемого дерева; по данным А. В. Петрова, на этом этапе она колеблется от 4 до 25 %. Максимальная смертность (35—85 %) наблюдается у зимующих личинок в годы с низкими зимними температурами. Смертность личинок и куколок от хищников и паразитов не превышает 3 %, а общая выживаемость за генерацию первого поколения колеблется от 11 до 33 %, тогда как выживаемость зимующего поколения всегда ниже — от 0,5 до 27,9 %.

Лубоеды. Это жуки разных размеров (1,2—9,0 мм), передне-спинка в профиль почти прямая, передний край надкрыльев у большинства родов приподнят и зазубрен, голова в большинстве случаев видна сверху, скат надкрыльев закруглен или пологий, покровы тела жуков часто покрыты волосками, чешуйками или щетинками разной густоты. Лубоеды развиваются как на хвойных (большая часть видов), так и на лиственных породах (например, ясеневые лубоеды).

Среди лубоедов есть как моногамные, так и полигамные виды. К числу моногамных относятся ясеневые лубоеды рода *Hylesinus*, сосновые лубоеды рода *Tomicus*, к полигамным — короеды-полиграфы рода *Polygraphus*. Моногамные виды прогрызают скобкообразные или продольные ходы, полигамные — звездчатые. Самый крупный среди лубоедов — большой еловый лубоед (*Dendroctonus micans*), строящий семейные ходы в виде площадки, выгрызаемой личинками. Ходы лубоедов, как правило, глубоко задевают луб.

По способу дополнительного питания молодых жуков их разделяют на три группы: протачивающие сердцевину побегов (сосновые лубоеды рода *Tomicus*), продельвающие минирные ходы в толще коры и лубе деревьев (пестрый ясеневый лубоед) или питающиеся в местах отрождения, где они прогрызают площадки и ходы в толще коры (жуки полиграфа и др.).

Некоторые виды лубоедов физиологически активны (сосновые лубоеды, большой еловый лубоед), другие развиваются лишь на сильно ослабленных и усыхающих деревьях, на ветровале и буреломе (лубоеды черно-бурый и малый еловый фиолетовый). Некоторые виды способны вредить молодым хвойным растениям, протачивая при дополнительном питании глубоко задевающие луб ходы в их комлевой части (жуки короедов-корнежилков — елового и соснового). Особую опасность представляют виды лубоедов, способные быть переносчиками болезней древесных пород, например жуки пестрого ясеневоего лубоеда (*Leperesinus varius*) — переносчики бактериального рака ясеня.

Сосновые лубоеды — широко распространенные вредители сосны. Жуки с выпуклым скатом надкрыльев и горизонтальным брюшком, тело покрыто тонкими торчащими волосками, сквозь которые просвечивает блестящая поверхность надкрыльев и переднеспинки. Размеры жуков большого соснового лубоеда (*Tomiscus piniperda*) 3,5—5,2 мм, надкрылья темно-бурые. Длина тела малого соснового лубоеда (*T. minor*) 3,4—4,5 мм, надкрылья красно-бурые. Эти лубоеды относятся к весеннему фенологическому комплексу стволовых вредителей. Генерация однолетняя. Молодые жуки дополнительно питаются в кронах деревьев, протачивая сердцевину побегов текущего, реже прошлого года, в результате чего побеги обламываются и опадают.

Большой сосновый лубоед летает в конце апреля — мае и первым заселяет ослабленные деревья в насаждениях разного возраста, особенно на горях и в очагах корневой губки. Самки протачивают под толстой корой нижней части дерева снизу вверх продольные одиночные маточные ходы длиной до 23 см (рис. 49 цв. вкл.). Личиночные ходы длинные, извивающиеся, заканчиваются куколочной колыбелькой в толще коры. Отрождающиеся в июне — июле молодые жуки выгрызают вылетные отверстия и улетают в кроны соседних деревьев для дополнительного питания. Осенью жуки покидают кроны и зимуют у основания стволов сосен, проделывая в толще коры короткие минирные ходы.

Малый сосновый лубоед по образу жизни схож с большим, но лёт жуков начинается на 1—2 недели позднее, а самки протачивают под тонкой корой в верхней части сосен поперечные, глубоко отпечатывающиеся на заболони маточные ходы, имеющие вид скобки, длиной до 32 см (рис. 50 цв. вкл.). От них вверх и вниз отходят короткие личиночные ходы, заканчивающиеся глубоко в заболони куколочной колыбелькой. Молодые жуки после дополнительного питания зимуют в лесной подстилке часто в обломившихся побегах.

Оба вида сосновых лубоедов встречаются в ареале сосны повсеместно в самых разнообразных типах сосновых насаждений. Большой сосновый лубоед доминирует над малым в более влажных типах леса. Жуки нападают на ослабленные деревья сосны, часто образуют очаги на горях, в очагах корневой губки, в сосняках, ослабленных подсочкой, избыточной рекреационной нагрузкой и техногенными выбросами. Благодаря особенностям своего дополнительного питания они способны при высокой численности вызывать у живых деревьев значительную (до 20 %) потерю побегов текущего года, ослабляя их и тем самым подготавливая для будущего заселения. Протачивая свои ходы под корой, они переносят споры деревоокрашивающих грибов, снижая сортность древесины.

Дендроктон, или **большой еловый лубоед**, (*Dendroctonus micans*) — самый крупный короед в наших лесах. Длина тела жука 5—8,5 мм, надкрылья темно-бурые, волоски длинные, тонкие, торчащие. Жуки летают в июне и заселяют нижнюю часть наиболее крупных и жизнеспособных деревьев ели, сосны, реже пихты, вызывая образование крупных смоляных воронок. Они прогрызают короткий и широкий (4—4,5 мм) входной канал с небольшой полостью сбоку, куда откладывают яйца кучкой. На коре в месте входного канала обычно образуется большая смоляная воронка. Отродившиеся личинки грызут совместный семейный личиновый ход, представляющий собой обширную (до 10 см²), обычно заполненную смолой полость, глубоко задевающую заболонь. Ход часто засмолен и забит буровой мукой. В конце семейного хода личинки окукливаются в индивидуальных куколочных колыбельках в толще коры, а затем молодые жуки прогрызают от общего хода личинок короткие пересекающиеся широкие каналы — ходы дополнительного питания. Генерация двулетняя. Образует очаги в ельниках и сосняках по болоту, иногда в культурах сосны, созданных в неблагоприятных условиях произрастания. Вид исключительно гигрофильный. Срубленные деревья никогда не заселяет.

Пушистый лубоед, или **полиграф** (*Polygraphus polygraphus*), — мелкий темно-бурый жук, длина тела 1,2—2,4 мм, надкрылья с короткими и широкими прилегающими чешуйками. Лёт начинается в мае, но очень растянут. Жуки поселяются на молодых и средневозрастных деревьях ели с гладкой корой, начиная с 1—2 м высоты. Маточные ходы (5—8) звездообразные, прокладываются в толще коры на разной глубине, концы их выходят на внутреннюю ее поверхность. Личиночные ходы извилистые, переплетающиеся. Молодые жуки дополнительно питаются под корой. Генерация однолетняя. Широко распространен на горях и в очагах корневой губки. Активно заселяет деревья при самом первоначальном их ослаблении.

Среди короедов хорошо известны широко распространенные в хвойных лесах представители рода *Ips*. Они полигамны, строят вильчатые или звездообразные ходы. Для их жуков характерна впадина на концах надкрыльев, обрамленная зубцами — «тачка», помогающая выбрасывать буровую муку из маточных ходов. Если маточные ходы короедов направлены вверх по стволу, то буровая мука легко высыпается из них наружу через брачную камеру и входное отверстие. Если же маточные ходы идут вниз или вбок от брачной камеры, очищать его от буровой муки помогают самцы с помощью «тачки». Особенности ее строения, расположение и количество зубцов по ее краям — хорошие видовые признаки короедов.

Самый крупный из них **короед-стенограф**, или **шестизубчатый короед** (*Ips sexdentatus*), длина его тела 5,8—8,0 мм. Жуки коричневые или желто-коричневые с блестящими, сильно волосистыми покровами тела. Впадина на скате надкрыльев вдоль шва отлагая, с оттянутым вершинным краем и шестью зубцами по каждому краю, четвертый зубец самый большой, с утолщенным концом. Лёт в начале мая. Жуки заселяют комлеву часть стволов крупных деревьев сосны в районе толстой коры и прогрызают под ней вильчатые ходы с брачной камерой и с направленными вверх и вниз по стволу 2—3 (реже 1—4) маточными ходами шириной 3—4 мм и длиной от 20 до 40 см каждый (рис. 51 цв. вкл.). Яйцевые камеры и личиночные ходы редкие, короткие, расширяющиеся на конце. Овальные куколочные колыбельки помещаются на внутренней поверхности коры. Иногда здесь же располагаются ходы дополнительного питания молодых жуков в виде бессистемных коротких каналов. При повышенной плотности поселения стенографа на дереве и высокой активности насекомоядных птиц кора на заселенных деревьях часто опадает до пожелтения хвои, что ведет к появлению в его очагах сухостоя с зеленой кроной. Жуки зимуют в лесной подстилке. Генерация однолетняя, а на юге России — двойная. Стенограф широко распространен в степных и лесостепных сосняках, нападает на ослабленные сосны в очагах корневой губки, на гарях, в изреженных насаждениях, ослабленных засухой. Кроме сосны может заселять лиственницу, пихту и ель.

Верхнюю часть ствола и крупные сучья сосны часто заселяет **вершинный короед** — *Ips acuminatus*. Жук с длиной тела 2,2—3,9 мм и коричневыми блестящими надкрыльями. Впадина на скате надкрыльев отлагая, с оттянутым вершинным краем и тремя последовательно уменьшающимися зубцами. Лёт жуков в мае. Ходы звездчатые, длиной около 30 см, забитые буровой мукой и направленные вверх и вниз по стволу. Личиночные ходы короткие, быстро расширяющиеся, редкие, глубоко отпечатываются на заболони (рис. 52 цв. вкл.). Дополнительное питание жуки проходят на живых деревьях, протачивая в коре и лубе площадки и короткие минные ходы. Вид исключительно светолюбивый, часто поселяется на деревьях в изреженных насаждениях и очагах смоляного рака. Генерация однолетняя, в жаркое лето может развиваться два поколения. Повреждает сосну, реже другие хвойные породы.

Типограф (*Ips typographus*) — широко распространенный в ельниках короед. Жуки с почти черными надкрыльями, длина тела 4,2—5,5 мм. По краям «тачки» 4 зубца, 3-й зубец с перехватом и на вершине с утолщением в виде пуговки. Лёт жуков в мае. Они поселяются преимущественно в нижней и средней частях ство-

лов ели, реже других хвойных пород. От брачной камеры отходят вверх и вниз 2—3 продольных прямых маточных хода шириной 2,5—3 мм. Личиночные ходы частые, поперечные, оканчиваются под корой куколочными колыбельками (рис. 53 цв. вкл.). Молодые жуки появляются в июле — августе и в процессе дополнительного питания выгрызают под корой глубоко задевающие заболонь ветвистые каналы неправильной формы. Жуки зимуют в минных ходах под корой или в лесной подстилке. На юге ареала и при высоких летних температурах в зоне смешанных лесов типограф имеет двойную генерацию. Типограф — опасный враг ели; он заселяет деревья, по разным причинам ослабленные, вспышки его массового размножения происходят периодически и обычно носят катастрофический характер. Образованию очагов часто способствуют массовые ветровалы и буреломы, перестойность деревьев, их пораженность корневой губкой и др. (рис. 54 цв. вкл.).

Очень близок к типографу по внешним признакам и биологии **короед-двойник** — *Ips duplicatus*; он заселяет более молодые и тонкие ели, заходя в область тонкой коры. Маточные ходы его короче и уже, чем у типографа, и несколько извилисты. Он заселяет преимущественно редины, изреженные насаждения, опушки и деревья на вырубках. В северо-западной части Европы вместе с короедами типографом и двойником встречается близкий к ним по строению ходов и биологии западный короед (*I. amitinus*).

Широко распространены в хвойных лесах также короеды рода *Pityogenes*, среди которых наиболее известен **еловый обыкновенный гравер** (*P. chalcographus*). Он часто сопутствует двум предыдущим видам, заселяя вершины и ветви елей разного возраста и размера. Жуки елового гравера мелкие, длиной 2—2,9 мм, с темно-коричневой или черной переднеспинкой и блестящими коричневыми надкрыльями. Впадина на надкрыльях отлагая, ее края у самцов имеют по три зубца, у самок по краям впадины мозолевидные вздутия. Лёт жуков в мае. Ходы гравера звездообразные, шириной до 1 мм и длиной 2—5 см, хорошо отпечатываются на заболони. От брачной камеры отходят 3—12 маточных ходов, которые изменяют свое первоначальное направление на поперечное. Личиночные ходы частые, короткие, заканчиваются в толще коры. Дополнительное питание жуки проходят в местах отрождения под корой, где и зимуют. Генерация обычно однолетняя, в жаркое лето и в южной части ареала может быть две генерации за сезон. Вид светолюбивый, кроме ели он заселяет пихту и встречается на сосне, образует очаги на вырубках при их высокой захламленности, где активно повреждает крупный подрост ели.

Особые по местоположению и форме ходы в древесине хвойных и лиственных пород строят **короеды-древесинники**. Это небольшие жуки с длиной тела 2,7—3,8 мм, сильно выпуклой пе-

реднеспинкой, скат их надкрыльев пологий, без впадины. Система ходов многоядного (*Trypodendron signatum*) и хвойного, или полосатого, древесинников (*T. lineatum*) напоминает лестницу. Древесинники рода *Xyleborus* — непарный многоядный (*X. saxeseni*) и непарный западный (*X. dispar*) выгрызают в древесине ходы в виде каналов и полостей. Самки древесинников обычно прогрызают маточный канал перпендикулярно к оси ствола. От маточного канала берут начало кормовые каналы, от которых у одних видов начинаются личиночные ходы, у других личинки не делают самостоятельных ходов, а пользуются только теми, которые сделаны самкой. Древесинники тесно связаны с грибами, которые постоянно находятся в кишечнике жуков и с ними попадают внутрь ствола. В древесине самки перед кладкой яиц производят «посев гриба». Освобожденные споры его, попадая в благоприятные условия влажной древесины, тут же прорастают и образуют грибницу. Стенки ходов приобретают черный цвет из-за мицелия амброзийного гриба монилии. Личинки питаются грибницей и за счет этого полностью обеспечены питательными веществами, что позволяет им не затрачивать энергию на проделывание длинных ходов в древесине. Жуки древесинников летают в конце апреля — начале мая, поселяются в комлевой части ствола ослабленных деревьев и значительно ухудшают технические характеристики древесины. Генерация однолетняя. Исключительно гигрофильные виды.

11.2.2. Смолевки

Смолевки (род *Pissodes*, семейство долгоносики — Curculionidae) — небольшие жуки с бурым или черным яйцевидным телом, с надкрыльями, часто имеющими пятна и перевязи из желтоватых чешуек. Голова жуков вытянута в тонкую округлую в сечении головотрубку, в покое направленную несколько вперед. Усики коленчатые, прикреплены на боках или в вершинной половине головотрубки (рис. 55, А цв. вкл.). Самки смолевок откладывают яйца по несколько штук в заранее подготовленную выгрызенную в коре площадку. Безногие, с серпообразно изогнутым телом, со светлыми покровами и желто-бурой головой личинки грызут отходящие в разные стороны от площадки постепенно расширяющиеся ходы, заканчивающиеся куколочной колыбелькой, прикрытой со всех сторон стружками и волокнами древесины (рис. 54, Б цв. вкл.).

Смолевки отличаются по размерам особей, выбору кормовой породы и заселяемым частям ствола. Наиболее крупные — смолевки **пихтовая** (*P. picea*) и **сосновая стволовая** (*P. pini*). Раз-

меры жуков пихтовой смолевки достигают 7—10 мм, сосновой — 7—9 мм. Они поселяются в зоне толстой коры крупных деревьев, на пихте и ели — пихтовая, на сосне и лиственнице — сосновая стволовая смолевки. Их личиночные ходы длиной 20—30 см и шириной до 4 мм, обычно многочисленные, куколочные колыбельки сильно углублены в заболонь. Значительно меньшими размерами отличаются жуки смолевок **еловой** (*P. harcyniae*) — 5—6 мм и **сосновой жердняковой** (*P. piniphilus*) — 3,5—5 мм. Их личиночные ходы не такие длинные и широкие, колыбельки часто находятся в толще коры или неглубоко в древесине. Ходы этих смолевок располагаются на толстых деревьях в области переходной и тонкой коры, на более тонких деревьях — по всему стволу. Лёт смолевок в мае — июне. Жуки обычно зимуют в лесной подстилке и под корой старых пней, а весной приступают к размножению. Дополнительно питаются лубом в области тонкой коры деревьев или на молодых побегах, веточках и стволиках, выгрызая площадки, которые впоследствии часто заплывают смолой. Генерация у всех видов смолевок однолетняя. Они нападают на вполне жизнеспособные, ослабленные деревья в сомкнутых насаждениях разного возраста.

11.2.3. Усачи

Усачи, дровосеки (семейство Cerambycidae). Это обширное семейство объединяет около 17 тыс. видов, из которых в России и сопредельных странах живет примерно 1500. Размеры жуков усачей колеблются от 3 до 60 мм, тело удлиненное, часто покрыто волосками. Ноги длинные, голени с шипами, лапки четырехчлениковые. Усики у многих видов длиннее половины тела, а у некоторых — даже в 1,5—2 раза длиннее тела. Большинство видов усачей издают скрипучий звук при трении среднегруди о переднегрудь, за что их называют скрипунами.

Личинки усачей снабжены небольшими, но хорошо приспособленными для разгрызания древесины челюстями. Усачи проделывают в ней длинные и широкие округло-овальные в разрезе ходы. Взрослые личинки цилиндрические или слегка уплощенные, белые, без ног или с зачаточными грудными ногами. Голова и челюсти твердые, коричневого цвета. Передний конец тела более широкий за счет расширенной переднегруди, которая частично или полностью хитинизирована. На брюшных и спинных частях сегментов тела имеются особые площадки — «мозоли», с помощью которых личинки передвигаются в своих ходах.

Лёт жуков усачей очень растянут, проходит весной или летом. Самки откладывают белые продолговато-овальные яйца в трещи-

ны или щели коры и древесины или в специально выгрызенные для этого углубления в коре (насечки). Развитие яйца длится 10—20 дней. Вышедшие из яиц личинки начинают грызть под корой и в древесине деревьев ходы, обычно забытые буровой мукой или опилками, некоторые усачи выбрасывают опилки из специальных отверстий наружу. По построению личиночных ходов всех усачей условно можно разделить на три группы: 1) личинки проделывают ходы непосредственно под корой в лубе, окукливаются под корой или в коре (рагий ребристый); 2) личинки выгрызают ходы в лубе и заболони, а для окукливания углубляются в древесину, проделывая там крючковидный, загнутый вниз ход (большая часть видов усачей); 3) вначале личинки грызут ходы или площадки в лубе и заболони, а затем уходят в древесину, где прогрызают длинные ходы, перед окукливанием такой ход подводится к поверхности древесины (черные хвойные усачи). У некоторых видов усачей все развитие происходит в древесине (домовые усачи).

Усачи поселяются на разных частях дерева от корней до тонких ветвей и вершин. Личинки обычно зимуют 1—2 раза и весной окукливаются. Перед окукливанием личинки почти всегда устраивают колыбельки, обычно отделяя их от остального хода опилками. Развитие куколки длится 10—20 дней. Вылетные отверстия усачей округлые. Генерация у многих видов однолетняя, у других длится 2—3 года. После вылета молодые жуки некоторых видов дополнительно питаются на молодых побегах и ветвях (черные хвойные усачи рода *Monochamus*), выгрызают ткани листа (осиновые скрипуны) или питаются пыльцой цветков (преобладающее число видов).

Среди усачей преобладают виды, развивающиеся на близких по своему происхождению древесных породах. Каждый вид занимает на дереве определенное место поселения (корни, тонкие ветви, часть ствола с грубой или тонкой корой) и редко его меняет. Некоторые усачи очень активны и заселяют деревья без внешних признаков ослабления (большой осиновый скрипун — *Saperda carcharius*). Большинство нападает на ослабленные деревья. Часть видов усачей поселяется в мертвой древесине, а некоторые живут в домах.

Семейство усачей делится на 6 подсемейств. Представителем **подсемейства Prioninae** является поселяющийся на сухостое и пнях усач-кожевик (*Prionus coriarius*) — крупный темно-коричневый жук с пыльчатыми усиками. К **подсемейству Lepturinae** относятся много родов усачей, в том числе широко распространенный на хвойных породах усач рагий ребристый (*Rhagium inquisitor*). В **подсемействе Aseminae** входят такие известные вредители хвойных пород, как *короткоусый сосновый корневой дровосек* (*Spondylis buprestoides*), *бурый, или комлевой, сосно-*

вый усач (*Arhopalus rusticus*), *черный ребристый дровосек* (*Aseum striatum*) и *блестящегрудый еловый усач* (*Tetropium castaneum*) (рис. 56 цв. вкл.).

К **подсемейству Cerambycinae** относятся многие известные виды усачей. Среди них один из самых крупных видов — *большой дубовый усач* (*Cerambyx cerdo*), размер тела которого достигает 65 мм. Это смоляно-черный жук, верхинная часть его надкрыльев рыжая, усики длиннее тела, переднеспинка в грубых червеобразных складках. Лёт жуков проходит с половины мая до августа. Самка откладывает яйца в трещины коры. Личинка внедряется под кору, где в первый год выгрызает ход, перед зимовкой углубляется в древесину и там проводит 2 года, выгрызая глубокие ходы в виде каналов шириной до 3 см. На третий год личинка окукливается в конце хода, подводя его близко к поверхности ствола. Из куколки в конце лета отраждается жук, который покидает дерево только весной и дополнительно питается соком дуба. Генерация трехлетняя. Это светлюбивый вид, его жуки поселяются преимущественно в старых насаждениях порослевого происхождения, где заселяют в первую очередь хорошо освещенные и самые толстые живые деревья дуба на южных опушках и в изреженных древостоях. Он встречается в дубовых лесах России (Краснодарский край), Украины и Грузии. Теперь стал редким видом и нуждается в охране.

Другой представитель этого подсемейства — чрезвычайно активный вредитель лиственницы — *алтайский лиственничный дровосек* (*Xylotrechus altaicus*). Он заселяет стволы живых толстых лиственниц, чаще всего ослабленных или перестойных, при высокой численности способен нападать на деревья без признаков ослабления. Встречается в лиственничных лесах Сибири и Дальнего Востока.

В лиственных лесах на разных породах, преимущественно мягколиственных, часто встречается серый *осиновый усач, или осиновый клум* (*X. rusticus*). Широко известны поселяющиеся на ослабленных и усыхающих деревьях дуба и на его неокоренных бревнах *поперечнополосый* и *осовидный усачи* (*Plagionotus arcuatus*, *P. detritus*), или *дубовые клиты*, чья черно-желтая окраска надкрыльев напоминает своеобразных насекомых.

Плоский фиолетовый усач (*Callidium violaceum*) часто вызывает большую тревогу у владельцев деревянных домов и сооружений, так как, развиваясь в лесу на усыхающих деревьях и сухостое, может заселять оставшиеся неокоренными лесоматериалы, балки домов, горбыль, жерди и др. Личинки усача выгрызают под корой в заболонной части древесины широкие и плоские, в виде каналов и площадок ходы (рис. 57 цв. вкл.), в которых скапливается (и часто из них высыпается) мелкая белая буровая мука.

К *подсемейству Lamiinae* относятся многие известные вредители лиственных и хвойных пород. Осине вредят *скрипуны* — *большой осиновый* (*Anaerea* (= *Saperda*) *carcharias*), личинки которого проделывают продольные ходы в древесине комлевой части стволов, и *малый осиновый* (*Compsidia* (= *Saperda*) *populnea*), выгрызающий сердцевину ветвей и тонких стволиков молодых тополей, осины, ивы, а также *мраморный скрипун* (*Saperda scalaris*), личинки которого прогрызают под корой березы и других лиственных пород ходы в виде извилистых каналов.

Усачи рода Mesosa (желтопятнистый, глазчатый и др.) и *булавобедрый усач* многоядны (*Acanthoderes clavipes*). Их личинки проделывают каналобразные ходы под корой многих лиственных пород, в том числе дуба, вяза, березы и др.

Очень распространенный вредитель хвойных пород — *серый длинноусый сосновый усач* (*Acanthocinus aedilis*). Ходы его личинок имеют вид глубоко задевающих древесину и переходящих в площадку каналов, заканчивающихся коротким крючковатым ходом в древесине. Личинки усача развиваются под корой сухостоя, усыхающих деревьев и на неокоренной древесине хвойных пород. Этого усача можно увидеть в лесу ранней весной, сразу же после схода снежного покрова, он летает раньше других видов усачей.

Черные хвойные усачи рода Monochamus — наиболее известные и хозяйственно значимые представители этого подсемейства усачей. Это крупные черные жуки с удлиненным стройным телом и длинными усами. *Черный пихтовый*, или *большой черный еловый усач* (*M. urussovi*) имеет на концах надкрыльев густое светлое опушение и щиток у основания надкрыльев, густо покрытый желтоватыми волосками. Длина тела 15—35 мм (рис. 58 цв. вкл.). *Малый черный еловый усач* (*M. sutor*) имеет черные блестящие с немногими волосяными светлыми пятнышками надкрылья и щиток, полностью разделенный продольной полоской. Длина его тела 14—28 мм. Надкрылья *черного соснового*, или *бронзового соснового усача* (*M. galloprovincialis*) черные с серыми, рыжими или желто-серыми обильными волосяными пятнами (рис. 59 цв. вкл.), его щиток разделен продольной полоской лишь до половины. Длина тела 11—28 мм.

Черные хвойные усачи развиваются на всех хвойных породах. Массовый лёт жуков начинается в июле, очень растянут. Жуки живут около двух месяцев и в течение всего этого времени дополнительно питаются в кронах деревьев хвоей и лубом на побегах и ветвях живых деревьев (рис. 60 цв. вкл.). Откладка яиц начинается через 12—20 дней после появления первых жуков, а еще через 10—12 дней достигает максимума. На юге лесной зоны европейской части России откладка яиц начинается через 8—12 дней

после появления первых жуков. Самка выгрызает в коре узкую щель, или насечку, в которую с помощью яйцеклада вводит на глубину 2—3 мм одно, реже 2 яйца. Фаза яйца длится 13—29 дней. Вышедшие из яиц личинки прогрызают ход сначала в толще коры, затем в заболони и древесине (рис. 61 цв. вкл.). После зимовки они еще дальше проникают в глубь ствола, периодически очищая ходы от опилок и возвращаясь для питания на площадку под кору. В последнем, пятом, возрасте личинки уже не возвращаются под кору, а заканчивают свой крючковато изгибающийся ход в древесине на расстоянии 1,5—2 см от ее поверхности, в конце его устраивают куколочные колыбельки, в которых и окукливаются. Генерация черного пихтового усача двулетняя, но при благоприятных условиях развития часть популяции может завершать жизненный цикл в один год. У малого черного елового и соснового усачей генерации однолетние.

В лесах Сибири и Дальнего Востока наибольший вред приносит черный пихтовый усач, размножаясь в огромных количествах в очагах сибирского шелкопряда и пихтовой пяденицы, на гарях, а также на лесных складах и в местах крупных лесозаготовок. В европейской части России этот вид широко распространен в северной части лесной зоны и сравнительно малочислен на юге. Пихтовый усач может заселять все хвойные породы тайги, но предпочитает пихту, а в лесной зоне европейской части России — ель. В условиях Забайкалья он поселяется на березе, где успешно завершает свое развитие. Все хвойные черные усачи заселяют и стоящие, и поваленные деревья, часто наносят значительный вред неокоренной древесине на вырубках и складах, сильно снижая ее технические качества.

11.2.4. Златки

Златки (семейство Buprestidae) — это различные по величине жуки (от 3 до 80 мм), преобладающее большинство которых живет в тропических странах. В России фауна златок особенно разнообразна на Кавказе. В европейской части встречается всего около 180 видов златок. Многие виды — опасные вредители древесных пород, особенно в степной зоне, где они наиболее активны и распространены. Жуки имеют плоское удлиненное суженное к концу торпедообразное тело с металлическим блеском и ярко окрашенными или черными твердыми надкрыльями (рис. 62 цв. вкл.). Переднеспинка при осмотре сбоку образует общую с надкрыльями продольную выпуклость или плоскость. Голова маленькая, ноги короткие. Усики четковидные, пиловидные или гребенчатые.

Личинки златок безногие, плоские, со светлыми покровами, с сильно расширенным и уплощенным сверху и снизу переднегрудным сегментом (рис. 63 цв. вкл.), на котором сверху имеются 1 или 2 сходящиеся впереди бороздки. Они живут под корой и в древесине ослабленных и усыхающих деревьев, где протачивают плоские ходы, поперечные и продольные, петлеобразные и спиралеобразные или в виде клубка. По локализации ходов в дереве златок можно разделить на 3 группы: 1) ходы только в коре и поверхностных слоях заболони, 2) развитие заканчивается в поверхностных слоях древесины, 3) живут почти исключительно в древесине.

Жуки свето- и теплолюбивы. Они летают только при ярком солнечном свете и тяготеют к хорошо освещенным и прогреваемым местообитаниям, часто заселяя южную сторону стволов деревьев. Яйца откладывают в трещины и щели коры или на ее гладкую поверхность. В последнем случае самки покрывают кладки выделениями придаточных желез, застывающими в белые шитки (ряд видов узкотелых златок рода *Agrilus*). Личинки златок могут выносить высокие температуры под корой дерева (до +48 °С), мирясь с большой сухостью субстрата и воздуха, что способствует их выживанию в условиях, когда личинки других стволовых вредителей погибают.

Личинки златок обычно зимуют и весной окукливаются в куколочных колыбельках. Из куколок через 2—3 недели выходят молодые жуки. Они прогрызают лёгные отверстия овальной или эллипсовидной формы. После вылета молодые жуки многих видов дополнительно питаются на цветках и листьях. Генерация у златок чаще всего однолетняя или двулетняя.

Каждый вид предпочитает какую-нибудь одну или несколько близких между собой древесных пород и заселяет определенную часть дерева, ветви или даже корни. Многие виды златок очень активны и нападают на относительно здоровые деревья, заселяя их раньше усачей и короедов. Для своего размножения они выбирают изреженные, хорошо прогреваемые насаждения, произрастающие в ксерофильных условиях: в первую очередь деревья на границах вырубок и на опушках, в кулисах, полезащитных полосах и посадках без бокового отенения и подлеска.

Среди златок преобладают вредители лиственных пород — это златки родов *Dicerca* и *Agrilus*, изменчивая осиновая златка (*Poecilnota variolosa*), дубовая бронзовая златка (*Chrysobothris affinis*), чернозлатка плодовая (*Capnodis tenebrionis*), тополевая пятнистая златка (*Trachypteris picta*) и др. Среди них особенно активны узкотелые златки рода *Agrilus*.

Узкотелые златки относятся к группе физиологически активных стволовых вредителей. Эти небольшие (от 5 до 13 мм) жуки

имеют плоское удлинённое, сверху слабее, снизу более выпуклое и суженное к концу тело и металлически блестящие и изменчивые по окраске надкрылья. Во время дополнительного питания жуки выгрызают небольшие дырочки на листьях. Лёт в июне, большая часть видов откладывает яйца, прикрывая их сверху выделениями придаточных половых желез самки, образующими светлый защитный колпачок. Личинки имеют слабо расширенную переднегрудь и два хитинизированных зазубренных опорных отростка на последнем сегменте тела. Они протачивают под корой в поверхностных слоях древесины плоские петле- или клубкообразные ходы, забитые буровой мукой (рис. 64 цв. вкл.). Осенью личинки немного углубляются в древесину и устраивают там куколочные колыбельки, в которых зимуют, а весной окукливаются и вылетают, прогрызая характерные овальные в сечении отверстия. Генерация всегда однолетняя.

На каждой лиственной породе встречается один или несколько видов узкотелых златок, заселяющих части стволов с тонкой и переходной корой, толстые ветви и стволы молодых деревьев. Самое широкое распространение имеет многоядный вид *зеленая узкотелая златка* (*Agrilus viridis*). Она встречается в лесах, городских насаждениях и плодовых садах, где повреждает тополь, березу, липу, клен, ольху, яблоню и другие лиственные породы. Дубу вредит целый комплекс узкотелых златок, чаще всего встречаются *шелковистая узкотелая* (*A. hastulifer*) и *двупятнистая* (*A. biguttatus*) *дубовые златки*. Последняя в отличие от остальных видов поселяется на свежих пнях и в комлевой части живых старых дубов, что ведет к последующему отмиранию поросли. К опасным видам вредителей относится ясеневая изумрудная узкотелая златка (*A. planipennis*), проникшая в насаждения Москвы и Московской области и вызвавшая массовое усыхание ясеня пенсильванского. В США и Канаде она отнесена к карантинным вредителям.

Узкотелые златки светолюбивы и предпочитают порослевые изреженные насаждения, расстроенные рубками кулисы и южные опушки, узкие полезащитные полосы, посадки без бокового отенения.

Фауна златок хвойных пород беднее: самые распространенные виды — *синяя сосновая* (*Melanophila cyanea*), *лиственничная шеститочечная* (*M. guttulata*) и *черная четырехточечная* (*Anthaxia quadripunctata*) *златки*, *златка пожарищ* (*Trachypteris acuminata*), *хвойные златки* рода *Buprestis* и др.

Синяя сосновая златка (*Melanophila cyanea*) — жук (длина тела 6—12,5 мм), имеющий синие, сине-зеленые, оливковые или бронзово-зеленые, часто с сине-фиолетовым отливом закругленные надкрылья. Жуки летают в июне, самки откладывают яйца в

трещины коры. Заселение дерева начинается, как правило, с южной стороны от высоты 1—1,5 м и захватывает область переходной коры — всю среднюю часть ствола до начала кроны. Через 3—5 дней после яйцекладки выходят личинки, которые грызут сначала в толще коры, а затем в поверхностных слоях древесины плоские поперечные извилистые ходы, заполненные крупитчатой коричневой буровой мукой, лежащей волнообразно. Личинки с плоским телом и сильно расширенной переднегрудью, на спинной части которой видна срединная продольная, а в задней части раздвоенная бороздка. Зимуют в толще коры, свернувшись в подковку, окукливаются в мае следующего года. Фаза куколки длится 10—15 дней, затем молодые жуки вылетают, проделывая в коре овальные вылетные отверстия. Генерация однолетняя. Распространена повсеместно в ареале сосны. Жуки заселяют ослабленные, но жизнеспособные сосны в возрасте 20—80 лет, предпочитают изреженные сухие сосняки и сосновые культуры, особенно часто в лесостепной и степной зонах, выступая в качестве первопоселенца. Образуют очаги в сосняках, пораженных корневой губкой, на пожарищах, в сосновых культурах после повторяющихся весенних засух.

Технический вред древесине приносят только некоторые виды златок, прокладывающие ходы в старых пнях, деревянных шпалах, столбах и бревнах, например, *большая сосновая златка* (*Chalcophora mariana*) и *хвойные златки* рода *Vuprestis*.

11.2.5. Рогохвосты

Рогохвосты (надсемейство Siricoidea, отряд перепончатокрылые — Hymenoptera) — это крупные и средние по величине насекомые с более или менее удлиненным цилиндрическим телом. Самки многих видов с выдающимся игловидным яйцекладом. Усики нитевидные, окраска тела часто черно-желтая или темная с металлическим блеском. Сюда относятся два семейства: *ксифидрии* — Xiphydriidae и *настоящие рогохвосты* — Siricidae. Представители семейства ксифидрии отличаются мелкими и средними размерами и почти шаровидной на длинной шейке головой (рис. 65 цв. вкл.). Их брюшко не имеет шиловидного отростка на последнем сегменте. Они развиваются преимущественно на лиственных породах, например *ивовая* (*Xiphydria prolongata*), *олховая* (*X. camelus*) и *дубовая* (*X. longicollis*) *ксифидрии*. Среди представителей семейства настоящие рогохвосты есть и небольшие, и очень крупные виды. Их голова не шаровидная, плотно прилегает к груди. Вершина брюшка с шиловидным отростком. Они развиваются на хвойных и лиственных породах, например,

на хвойных — *синий сосновый* (*Sirex juvencus*), *фиолетовый* (*S. noctilio*), *черный* (*Xeris spectrum*) и *большой хвойный* (*Urocerus gigas taiganus*) *рогохвосты*, а на лиственных породах — *березовый* (*Tremex fuscicornis*) *рогохвост*.

Образ жизни и характер повреждений, наносимых представителями обоих семейств, сходны. Самки с помощью яйцеклада просверливают кору и откладывают в яйцевой канал несколько яиц. Личинки рогохвостов беловатые, цилиндрические, слегка S-образно изогнутые, сплюснутые с брюшной стороны, с тремя парами рудиментарных грудных ног и с остроступенчатым отростком на заднем конце брюшка. Они грызут в древесине постепенно расширяющиеся цилиндрические ходы, туго забитые пылевидной буровой мукой. Ходы идут в древесине по всем направлениям и заканчиваются круглым вылетным отверстием. Летают рогохвосты с июня по сентябрь. Генерация одно-двулетняя. Многие виды рогохвостов очень активны и могут нападать на жизнеспособные деревья, часто выбирая для заселения деревья с механическими повреждениями ствола. Своими ходами они способны нанести значительный технический вред древесине.

11.2.6. Древоточцы и стеклянницы

Древоточцы (семейство Cossidae, отряд чешуекрылые — Lepidoptera). Крупные и средние по величине бабочки. Все они заселяют живые деревья и являются физиологически активными вредителями. Протачиваемые гусеницами ходы почти не содержат буровой муки и экскрементов, так как гусеницы периодически очищают их, выталкивая накопившийся мусор через выгрызенное отверстие в коре. Экскременты, буровая мука, опилки, скопившиеся у такого отверстия или у комля дерева, указывают на его поврежденность гусеницами. Из отверстия часто вытекает сок. Входные и вылетные отверстия и ходы гусениц часто служат «воротами инфекции», так как через них проникают возбудители грибных болезней, на деревьях образуются раковые раны и наплывы, развиваются гнили. Наиболее известные среди древоточцев — *древесница въедливая* и *древоточцы пахучий* и *осиновый*.

Древесница въедливая (*Zeuzera pyrina*) — крупная атласно-белая бабочка с густо волосистым телом и с черными угловатыми пятнами на крыльях, размах которых 40—70 мм. Гусеница размером до 60 мм, ее покровы светлые, голова бурая, на теле четкие темно-бурые хитинизированные бляшки, по 10—12 на каждом сегменте.

Лёт начинается во второй половине июня и продолжается до середины августа. Они малоподвижны, летают в сумерках на не-

большие расстояния. Откладывают яйца по одному на верхушки молодых побегов, в пазухи листьев, на листовые рубцы и почки в кроне деревьев. После выхода из яйца молодая гусеница вбуравливается в черешок листа, отчего поврежденные листья засыхают и в таком виде долго остаются в кронах. Через 7—10 дней молодые гусеницы покидают черешки листьев, добираются до побегов последнего года, проникают внутрь и протачивают ходы, питаясь их сердцевинной; позднее они переходят в побеги предыдущих лет, где закупоривают ход опилками и зимуют. Весной следующего года они продолжают менять свои ходы и проникают в ствол, где спускаются все ниже и ниже по дереву. Каждая гусеница прогрызает в древесине индивидуальный ход длиной 15—20 см. Входное отверстие свежих ходов заткано серой паутиной. Ходы вертикальные, извилистые, часто с боковыми ответвлениями. На второй год кроме вертикальных ходов гусеницы прокладывают ходы горизонтального направления, которые перерезают сосуды и ослабляют дерево. Весной третьего календарного года гусеницы заранее подготавливают выходное отверстие, в июне окукливаются в верхней части хода, где зимовали. Перед выходом бабочки куколка спускается вниз и высовывается наполовину из выходного отверстия. Генерация двулетняя с четко выраженными летними годами.

Древесница многоядна, она повреждает более 70 древесных пород, половина из которых широко распространена в европейской части России, главным образом в степи и лесостепи. Предпочитаемые породы — ясень, липа, ильмовые и плодовые, рябина. Древесница чаще заселяет молодые, освещенные и прогреваемые порослевые насаждения. Интенсивность заселения деревьев возрастает к 15—25 годам. С посадочным материалом она часто проникает в городские насаждения и особенно охотно повреждает деревья, растущие в неблагоприятных условиях.

Древооточец пахучий (*Cossus cossus*) — крупная бабочка с размахом крыльев 80—85 мм, тело густоволосистое, толстое, крылья коричнево-серые или темно-серые с поперечными черными полосками. Гусеницы достигают 80—100 мм длины. Сначала они розовые, затем их спинные сегменты приобретают темно-бордую окраску.

Бабочки летают в июне и откладывают яйца в трещины коры комлевой части ствола толстых деревьев осины, тополя, ивы и других лиственных пород. Молодые гусеницы проникают в толщу коры, где сначала выгрызают общую площадку. В первый год они там же зимуют, а весной следующего года прогрызают каждая свой индивидуальный ход в древесину. Стенки ходов обычно черные. Заселенные древооточцем деревья можно обнаружить по отверстиям и высыпавшимся из них красно-коричневым экс-

репентам и опилкам. Осенью второго года гусеницы покидают ствол дерева в поисках мест для окукливания. Окукливаются в толстом шелковистом коконе в почве, среди корневых лап или возле пней, вблизи от деревьев, которые были ими покинуты. Генерация двулетняя. По внешнему виду и биологии древооточцу пахучему очень близок *осиновый древооточец*. Его гусеницы никогда не покидают свои ходы, не делают кокона и окукливаются в местах развития.

Стекланницы (семейство Sesiidae, отряд чешуекрылые). Небольшие или средних размеров бабочки, по облику и окраске тела некоторые виды стекланниц напоминают пчел и ос. Ноги по сравнению с телом длинные, голени усажены шипами, тело удлиненное, сравнительно тонкое, на конце с кисточкой из волосков, усики нитевидные или веретеновидные. Обе пары крыльев или только задние прозрачные, чешуйки расположены только по краям. Голова гусеницы выпуклая, покровы светлые, на теле имеются слабохитинизированные мелкие светло-желтые бляшки, несущие волоски. Анальный щиток сильно хитинизирован, с одним или двумя небольшими загнутыми вверх крючочками. Гусеницы стекланниц протачивают ходы в стволах, ветвях и корнях живых деревьев и кустарников.

Большая тополевая стекланница (*Sesia* (= *Aegeria*) *apiformis*) — бабочка, по облику и окраске тела напоминающая шершня, размах крыльев 35—45 мм. Лёт в июне — июле. Самки откладывают яйца по одному или небольшими кучками на нижнюю часть стволов деревьев тополя и осины, реже березы, ясени и ивы или на корни и почву в проекции кроны дерева. Вышедшие из яиц гусеницы втачиваются под кору корней и нижней части стволов деревьев, где выгрызают сначала небольшие площадки, а затем углубляются в заболонь, проделывая желобчатые ходы, забитые буровой мукой. На корнях ходы продольные, иногда они проникают в почву на глубину 20—30 см. Гусеницы обычно живут в древесине два календарных года, достигая длины 50 мм, зимуют в ходах и на 3-й год весной окукливаются под корой комля или корней, иногда вблизи них в почве. Экскременты, буровая мука, опилки, скопившиеся у отверстия в комлевой части ствола дерева, указывают на его поврежденность гусеницами. Входные и вылетные отверстия и ходы гусениц часто служат воротами инфекции для патогенных грибов. Куколки темно-красно-бурые (длина от 20 до 30 мм), в коконе из древесных опилок или частичек почвы. Фаза куколки длится 20—25 дней. Перед выходом бабочки куколка высовывается из заранее подготовленного гусеницей круглого летнего отверстия.

Темнокрылая стекланница (*Paranthrene tabaniformis*) — бабочка с размахом крыльев 28—32 мм, летает в мае — июне. Гусе-

ницы живут в стволах молодых деревьев и ветвях тополя, осины, реже ивы. Ходы продольные, часто сопровождаются галлообразными вздутиями. Окукливаются в боковом ответвлении личиночного хода в древесине, в коконе из желтоватых нитей. Длина куколки 15—20 мм. Оба вида стеклянниц часто вредят деревьям в городских насаждениях и культурах, способствуют их ослаблению и поражению инфекционными болезнями.

Глава 12

Технические вредители древесины

12.1. Общая характеристика группы

Насекомых, поражающих древесину в постройках, сооружениях и деревянные изделия, а также мебель и музейные экспонаты, часто называют техническими вредителями древесины. Сюда относятся многие виды уже описанных ранее стволовых вредителей из семейств усачей, златок, короедов и других, в том числе виды, которые могут вредить одновременно и живым и усохшим деревьям и наносить значительный вред древесине, снижая ее качество и прочность, а иногда полностью разрушая ее и приводя в негодность. Наиболее опасные и распространенные разрушители древесины — представители ряда семейств отряда жесткокрылые (Coleoptera): точильщики — Anobiidae, древогрызы — Lyctidae, капюшонники (ложнокороеды) — Bostrichidae, сверлильщики — Lymexylidae, плоскоходы — Platypodidae, долгоносики-трухляки (роды *Eremotes*, *Cossonus* и др.), некоторые виды златок (например, большая сосновая златка — *Chalcophora mariana*, хвойные златки рода *Buprestis* и др.), усачей (например, усач кожевник, или плотник, — *Prionus coriarius*, черный домовый усач — *Hylotrupes bajulus*, фиолетовый плоский усач — *Callidium violaceum*) и др. Древесину разрушают и представители отряда перепончатокрылые (Hymenoptera), например муравьи-древогрызы (род *Campenotus*) и личинки рогахвостов. В полупустынной зоне и субтропиках опасные разрушители древесины — виды из отряда термиты (Isoptera), способные вызвать обрушение деревянных конструкций.

Технические вредители живут внутри древесины и используют для питания клетчатку дерева. Перевариванию древесины способствуют симбионты — грибы и микроорганизмы, находящиеся в кишечном тракте многих представителей этой группы. Длительность развития многих технических вредителей сильно зависит от степени сухости и химического состава древесины, однако чаще всего она заканчивается в течение 1—2 лет. Степень разрушения древесины еще больше усиливается при ее комбинированном поражении грибами и насекомыми.

Заселение древесины техническими вредителями может происходить и в лесу, и в сооружениях, и в изделиях, изготовленных из древесины.

12.2. Характеристика главных семейств и видов

Точильщики (семейство Anobiidae, отряд жесткокрылые). Небольшие жуки с цилиндрическим или овальным, сверху слегка уплощенным телом длиной от 2 до 7 мм, с пильчатыми, гребенчатыми или булавовидными усиками. Личинки точильщиков серпообразные, с маленькими зачаточными грудными пятичлениковыми ножками, большой головой, грудные сегменты тела немного шире брюшных. Голова может втягиваться в первый грудной сегмент, спинная часть которого — переднеспинка — нависает над головой в виде капюшона. Одни виды точильщиков — технические вредители древесины в сооружениях и постройках, другие портят продовольственные запасы, книги в библиотеках, музейные экспонаты и коллекции. Большая часть видов точильщиков относится к группе технических вредителей древесины. Почти все разрушители древесины входят в подсемейство Anobiinae. Ходы точильщиков сплошь истачивают древесину, они узкие, беспорядочные, в виде коротких пересекающихся каналов. На поверхности древесины заметны только круглые вылетные отверстия.

После спаривания самки точильщиков откладывают яйца в трещины, щели, старые летные отверстия и на шероховатую поверхность дерева. Откладывается в среднем 2—3 десятка яиц, которые прикрепляются к поверхности секретом. Яйца откладываются поодиночке или по нескольку штук. Эмбриональное развитие длится 2—4 недели. Молодые личинки втачиваются в древесину, прогрызают в ней ходы и питаются ею, многократно линяя и не выходя на поверхность, там же и окукливаются. Взрослые личинки длиной 4—10 мм, белые, мясистые, С-образной формы, с тремя утолщенными члениками груди и тремя парами коротких грудных ножек. Последний, 10-й членик брюшка очень маленький. На спинной и боковых частях члеников личинок старших возрастов появляются мелкие крепкие темные шипики, помогающие им передвигаться в ходах.

После окончания периода развития личинка подходит близко к поверхности дерева, немного расширяет ход и склеивает в нем колыбельку из буровой муки, где и окукливается. Фаза куколки длится 2—3 недели. Из куколки выходит жук, который некоторое время еще остается в колыбельке, а потом прогрызает круглое летное отверстие и выходит из него, выталкивая при этом кучку буровой муки. По словам И. Н. Тоскиной, жукам при этом не мешает ни слой краски, ни лаковая поверхность древесины. Свежие летные отверстия имеют острые края и сохраняют внутри свежий цвет древесины (без пылевого кольца). Ста-

рые летные отверстия темные изнутри, часто через них высыпаются струйки белой буровой муки, образующейся в ходах питающихся личинок.

Наибольшей известностью пользуются *мебельный (Anobium punctatum)* и *домовый (Anobium (= Priobium) pertinax) точильщики*. Усики жуков обоих видов булавовидные или пильчатые с плохо выраженной булавой. Переднеспинка с низким, иногда разветвленным горбом, ее задние углы оттянуты.

Длина тела домового точильщика 4,8—7 мм, покровы тела черные. Переднеспинка с четырехветвистым горбом и двумя пятнами золотисто-желтых волосков у задних углов. Развивается в древесине хвойных, реже лиственных пород.

Жуки мебельного точильщика темно-бурые, длина тела 3—5 мм. Обитает в древесине хвойных и лиственных пород, в мебели, рамах картин, фанерных изделиях и корешках книг. Мебельный точильщик (в просторечии «шашель») развивается в отапливаемых помещениях, хотя и выдерживает кратковременное действие небольших отрицательных температур. При понижении температуры до $-10 \dots -15^\circ\text{C}$ погибает большая часть личинок младшего возраста, а если низкая температура ($-25 \dots -15^\circ\text{C}$) держится более недели, то гибнут и морозостойкие личинки старшего возраста (И. Н. Тоскина, 2007).

Домовый и многие другие виды точильщиков повреждают древесину в неотапливаемых помещениях, бревна нижних венцов деревянных домов, в оконных и дверных коробках и в порогах и нижней части дверей, выдерживая значительное и долговременное понижение зимних температур.

Вылет молодых жуков у мебельного точильщика начинается уже в марте, в это время они летят на свет и появляются в комнатах на окнах. Массовый лёт бывает в мае — июне, отдельные жуки встречаются до осени. Самки начинают откладывать яйца в щели деревянных перекрытий, на непокрашенные, шероховатые и затененные части мебели, в старые вылетные отверстия. Окукливается личинка в колыбельке недалеко от поверхности доски или балки. Фаза куколки длится около 2 недель. Молодой жук прогрызает тонкую перегородку и через круглое вылетное отверстие выходит наружу.

Некоторые виды точильщиков живут в коре живых деревьев, например *еловый точильщик (Cacotemnus thomsoni)*, и под корой сухостоя хвойных пород — *мягкий точильщик (Ernobius mollis)* довольно часто встречается в музеях. *Северный точильщик (Priobium confusum)* — обычный вредитель деревянных построек в зоне хвойных лесов. Некоторые виды точильщиков обитают в разнообразных пищевых продуктах растительного происхождения, старинных книгах и гербариях.

Все точильщики требовательны к влаге и не выдерживают сухости древесины. Не повреждают древесину с лакированными поверхностями и не заселяют ядровые части бревен.

По данным И. Н. Тоскиной (2007), у большинства дереворазрушающих точильщиков умеренного климатического пояса развитие длится несколько лет. Зимуют в древесине личинки или жуки.

Бострихиды, или **капошонники**, **ложнокороеды** (семейство Bostrichidae). Встречаются преимущественно в южных областях. Жуки с вальковатым, более или менее цилиндрическим телом, с параллельными или слаборасширенными к задней трети надкрыльями, многие виды на заднем скате надкрылий имеют вдавление с зубцами по краям, за что получили название ложнокороедов. Усики гребенчатые или булавовидные. Голова маленькая, едва видна сверху и втянута в капошонообразную переднегрудь.

Личинки белые, с маленькой круглой головой и утолщенными туловищными сегментами, имеют грудные ноги. Задние сегменты крюкообразные, подгибаются вниз под брюшко. Бострихиды нападают на срубленную древесину, деревянные изделия (доски, паркет и т. д.) и ослабленные деревья, развиваются в столбах и сооружениях из дерева. При очень сильных повреждениях слои древесины превращаются в сплошную массу буровой муки, покрытую очень тонкой поверхностной пленкой. Широко распространены в тропических странах, поэтому могут быть случаи завоза этих вредителей в Россию с импортной древесиной и упаковочным материалом. Представители семейства бострихидов наиболее широко распространены в Средней Азии и на Кавказе. В России встречаются также в полупустынных, степных и лесостепных зонах. Представители: красный бострихид-капуцин, вдавленный бострихид.

Домовые усачи. *Черный (Hylotrupes bajulus) и рыжий (Stromatium fulvum)* усачи — известные вредители деревянных сооружений. Жуки черного домового усача темного цвета с густоволоситой переднеспинкой, с 1—2 перевязями на надкрыльях, длина тела от 7 до 21 мм. В природе жуки встречаются все лето, они хорошо летают и быстро расселяются. Массовый лёт наблюдается во второй половине июля — в августе. Самка откладывает яйца с помощью яйцеклада в трещины и щели древесины, заселяя сухостой и пни хвойных пород, деревянные дома и постройки, простоявшие 15—20 лет, столбы, даже мебель. В новых домах усач поселяется реже и преимущественно в том случае, если они целиком или частично построены из старой древесины, уже пролежавшей несколько лет или полученной из сухостойных сосен.

Личинки усача белые, с желтоватой головой, зачаточными грудными ножками, длина тела 19—22 мм. Их ходы располага-

ются вдоль волокон древесины, они забиты буровой мукой и опилками. Личинки растут медленно и хорошо переносят колебания температуры, предпочитают сухую древесину, влажность которой не превышает 20 %, а при влажности ниже 11—12 % рост личинок сильно замедляется или временно прекращается. При благоприятных условиях развитие личинки длится 2 года. Чаще всего в домах, в сухой древесине оно затягивается до 3—4 лет, а при неблагоприятных условиях — и на более долгий срок. В домах усач чаще всего разрушает стропила, балки, части бревен, примыкающие к окнам, подоконники и двери. Мебель (простые, не покрытые лаком, деревянные столы, скамейки, кровати) домовый усач повреждает только в случае своей высокой численности в домах. Поврежденная им древесина обычно сильно разрушается и требует замены.

Сверлильщики, или **сверлилы** (семейство Lyntexylidae). Встречаются преимущественно на сухостое и валеже в лесах. Это жуки средних размеров (6—18 мм), красновато-желтые, желтые или черные, с длинным вальковатым телом и пильчатыми или перистыми усиками, надкрылья жуков мягкие, слабо хитинизированные, на вершине обычно расходящиеся, лапки ног очень длинные. Жуки заселяют неокоренную мертвую древесину, усыхающие деревья и сухостой. Личинки с грудными ногами и тонким со светлыми покровами телом, с длинным хитинизированным отростком на его конце, переднегрудь вздута и капошонообразно прикрывает голову сверху. Прогрызаемые ими ходы на деревьях — это короткие прямые или косые каналы на заболони и в древесине (рис. 66 цв. вкл.), возле заселенных ими деревьев часто скапливается буровая мука. Наиболее известны и часто встречаются в лесах, в древесине преимущественно лиственных, реже хвойных пород корабельное, или дубовое, сверлило (*Lymexylon navale*), в древесине ели и пихты, реже других хвойных пород — хвойное сверлило (*Elateroides (= Hylecoetus) flabellicornis*), в древесине преимущественно лиственных, реже хвойных пород — кожистокрылое сверлило (*Elateroides (= Hylecoetus) dermestoides*).

Трофические группы и роль насекомых-ксилобионтов в лесных биогеоценозах

Дополнительной характеристикой насекомых, обитающих в коре и древесине (ксилобионтов), к которым относятся стволовые и технические вредители, могут служить данные об их важнейшей биоценотической роли — участии в процессе разрушения и утилизации древесного опада. Сам процесс разрушения усыхающих и усохших деревьев в значительной мере осуществляется под воздействием различных грибов и бактерий, но и насекомые в этом процессе играют весьма существенную роль.

Трофические группы. Специалистам лесного дела необходимо иметь представление о разных трофических группах *насекомых-ксилобионтов*, главнейшие из них — это *настоящие ксилофаги, амброзийные ксиломицетофаги, ксиломицетофаги и сапро-ксиломицетофаги, мицетофаги и энтомофаги*.

Настоящие ксилофаги имеют наиболее полный набор ферментов, способных переваривать клетчатку. К этой группе относятся прежде всего многие жуки-дровосеки, златки, точильщики и другие, из которых многих чаще всего относят к стволовым вредителям и разрушителям заготовленной древесины.

Личинки **амброзийных ксиломицетофагов** развиваются в ходах, часто лишенных буровой муки и зараженных симбиотическими грибами. Эти жуки специально заносят в ходы споры грибов или сопутствуют таким видам. Личинки питаются в основном этими грибами, древесина не является их основной пищей. К этой трофической группе относятся некоторые короеды (Scolytidae) из родов *Xyleborus* и *Trypodendron*, развивающиеся в древесине, а также личинки жуков-сверлил (*Lymexylidae*) из рода *Elateroidea*.

В группу **ксиломицетофагов** и **сапро-ксиломицетофагов** входят виды, личинки которых прокладывают ходы, часто забитые буровой трухой, питаются при этом корой или(и) древесиной, пронизанной мицелием гриба. В определенных случаях этому питанию может сопутствовать факультативное (не постоянное) хищничество или некрофагия (уничтожение остатков мертвых насекомых). Представители этой группы могут сами заносить споры грибов (например, короеды — Scolytidae) или у них возникает связь с определенными видами или группами грибов-дерево-

рушителей, уже заразивших древесину (например, некоторые щитовидки — Trogossitidae, отчасти тенелюбы — Melandryidae, горбатки — Mordellidae, головачи — Stenotrachelidae, бориды — Boridae, огнецветки — Pyrochroidae и др.). Очень близки к этой группе и могут (хотя и несколько условно) в нее включаться сапро-ксилофаги из семейств рогачи (Lucanidae) и пластинчатоусые (Scarabacidae), личинки которых питаются разрушенной древесиной в сочетании с корой или без нее и имеют (по крайней мере, некоторые виды) в кишечнике специальные «бродильные камеры», где находятся внутрикишечные симбионты, помогающие переработке кормового субстрата.

Мицетофаги питаются различными группами грибов, растущих на коре и в древесине. Среди мицетофагов наиболее распространены представители семейств трутовиковые жуки (Ciidae) и жуки-грибоеды (Mycetophagidae), некоторые жуки-грибовики (Erotylidae), тетратомиды (Tetratomidae), плеснееды (Endomychidae), отчасти точильщики (Anobiidae), горбатки (Mordellidae), чернотелки (Tenebrionidae), жуки-тенелюбы (Melandryidae), жуки-блестянки (Nitidulidae) и др. Часть жуков переносит споры грибов в специальных углублениях на теле — микангиях или в кишечнике. К наиболее характерным представителям этой трофической группы могут быть отнесены многие жуки-скрытноеды (Cryptophagidae), скрытники (Latridiidae), Biphyllidae, Salpingidae, блестянки (Nitidulidae), короеды (Scolytidae) и сальваниды (Silvanidae).

Насекомые-энтомофаги — хищники и паразиты насекомых ксилобионтов (см. подразд. 18.1).

Стадии разрушения коры и древесины. Изменения древесины во времени можно рассматривать как определенный микросукцессионный процесс, которому в той или иной степени следуют разные группы насекомых.

Первую стадию разрушения коры по индикаторной группе жуков обычно называют *сколитидной*. Относящиеся к этой группе жесткокрылые — первопоселенцы на недавно отмерших деревьях с плотно прилегающей корой, а некоторые способны развиваться на ослабленном, но еще вполне жизнеспособном дереве. При вспышках массового размножения часть из них может нападать и на деревья без внешних признаков ослабления. Эта стадия разрушения коры характеризуется наиболее полным сохранением специфических свойств той или иной древесной породы. Из наиболее характерных — индикаторных для этой стадии жуков можно назвать короедов (Scolytidae) из родов *Tomicus*, *Ips*, *Scolytus*, а также долгоносиков из родов *Pissodes* и *Magdalis*. Жуки-дровосеки (Cerambycidae) из родов *Tetropium*, *Acanthocinus*, *Monochamus* и некоторых других, а также часть златок (Buprestidae) тоже очень сильно приближены к поселению на этой ста-

дии разложения коры. Следует особо отметить, что в ходах по крайней мере короедов вслед за ними поселяются различные виды облигатных и факультативных хищников, мицетофагов и сапрофагов. К этой категории поселенцев относятся, например, личинки *Thanasimus formicarius* из семейства жуков-пестряков (Cleridae), жуки и личинки видов рода *Nemosoma* из семейства щитовидок (Trogossitidae), рода *Platysoma* (подрод *Cylister*) из семейства карапузиков (Histeridae), некоторых видов рода *Rhizophagus* из семейства монотомиды (Monotomidae) и рода *Eपुरaea* из семейства жуков-блестянок (Nitidulidae), виды рода *Aulonium* из семейства узкотелок (Zopheridae = Colydiidae), а также жуки и личинки многих видов рода *Corticеus* из семейства жуков-чернотелок (Tenebrionidae). В тех случаях, когда собственно первопоселенцы не проникают на дерево на сколитидной стадии, некоторые факультативные хищники, мицетофаги и сапрофаги (например, *Eपुरaea*) могут заселять такие деревья, нередко развиваясь в натеках сока или под корой, особенно в местах, где она травмирована.

Вторую стадию разрушения коры по индикаторной группе жуков часто называют церамбицидной. На этой стадии кора обычно несколько менее, чем на первой стадии, прилегает к древесине, но основные свойства древесины обычно (плотность и строение древесины и коры, биохимический состав и др.) достаточно хорошо сохраняются. Эта стадия характерна для личинок жуков-дровосеков, например *Rhagium* и *Leiorus*, а также части златок. Но эта стадия разложения коры может отчасти перекрываться с первой. Из сопутствующих энтомофагов здесь можно отметить, например, личинок *Clerus mutillarius* из семейства жуков-пестряков (Cleridae) и шелконов *Diacanthous undulatus* (Elateridae).

Третья стадия разрушения коры по индикаторной группе жуков нередко называется пирохроидной (по названию семейства огнецветок — Pyrochroidae). Обычно она прослеживается в том случае, когда кора у отмерших деревьев несколько отслаивается. Основные свойства древесной породы здесь выражены слабее, чем на второй стадии. Наиболее характерные ее обитатели — личинки видов рода *Cuscius* из семейства жуков-плоскотелок (Cuscijidae), а также родов *Pyrochroa* и *Schizotus* из семейства огнецветок (Pyrochroidae). Личинки видов указанных родов нередко развиваются под корой деревьев с сильно подгнившим слизеподобным лубом.

Четвертая и пятая завершающие стадии разрушения, как правило, характеризуются сильно отслаивающейся корой, луб обычно почти истлевает. Индикаторными видами для пятой стадии служат дождевые черви, почти не принимающие участия в переработке луба.

Первая стадия разрушения древесины нередко называется лимексилонидной. Она характерна для недавно отмерших деревьев. На этой стадии в наибольшей степени сохранены свойства той или иной древесной породы. В российской фауне наиболее характерные обитатели такой древесины — личинки жуков-сверлильщиков (Lymexylidae) — *Elateroides dermestoides* и *E. flabellicornis*. Их ходы нередко в массе окольцовывают отчасти свежееотмершие стволы и пни. На этой же стадии древесина часто заселяется короедами из родов *Xyleborus* и *Trypodendron* некоторыми жуками-дровосеками. В ходах видов по крайней мере двух последних родов развиваются сопутствующие им факультативные хищники и мицетофаги из родов *Eपुरaea* (Nitidulidae) и *Rhizophagus* (Monotomidae).

Вторая стадия разрушения древесины — церамбицидная. Личинки жуков-дровосеков, по которым названа эта стадия, — одни из мощных деструкторов древесины. Но при этом следует особо отметить, что консистенция древесины, в которой развиваются разные виды жуков-дровосеков, может довольно сильно различаться (например, более или менее рыхлая древесина, в которой развиваются многие представители подсемейства Lepturginae, и довольно твердая, где развивается *Spondylis buprestoides*). На этой же стадии разрушения древесины в ней живут личинки некоторых златок и, чаще всего в белых древесных гнилях, — личинки жуков-тенелюбов (Melandryidae) и ряда других семейств.

Третья стадия разрушения древесины — луканидная. По сравнению с двумя первыми стадиями, консистенция этой древесины более рыхлая и свойства той или иной древесной породы заметно менее выражены. На этой стадии в древесине развиваются прежде всего личинки двух родственных семейств — рогачей (Lucanidae) и пластинчатоусых (Scarabaeidae). Часть из них (например, *Dorcus parallelipedus* и *Trichius fasciatus*) заселяет светлые древесные гнили, которые вызывают лигниноразрушающие грибы, а часть (например, виды родов *Ceruchus* и *Aesalus*) — бурые гнили, которые вызывают целлюлозоразрушающие грибы; личинки жука *Synodendron cylindricum* могут развиваться в обоих типах гнили. К явно луканидному комплексу принадлежат личинки многих видов шелконов из рода *Ampedus*, а также представители семейства Prostomidae и подсемейства Nematoplineae из семейства жуков-головачей (Stenotrachelidae).

Четвертая стадия разрушения древесины, которая может быть смешена и заменять собой также вторую и третью, носит название формицидной. Муравьи способны заселять кору и древесину на разных стадиях разложения. В затененных сырых участках леса формицидная стадия нередко выпадает.

Пятая стадия разрушения древесины — лумбрицидная — отмечается по значительному появлению в разрушившейся дре-

весине дождевых червей, кивсяков, мокриц и других беспозвоночных, в основном характерных обитателей почвы и лесной подстилки. На этой стадии древесина превращается в составную часть почвы.

Таким образом, насекомые и другие беспозвоночные животные, обитающие в коре и древесине древесного отпада и участвующие в его разрушении и утилизации, совместно с дереворазрушающими грибами и микроорганизмами выполняют важнейшую роль в почвообразовании, ускоряя круговорот веществ в лесных биогеоценозах.

ЧАСТЬ III

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ЛЕСА И ДРУГИХ ОБЪЕКТОВ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ

Глава 14

Организация защиты леса в России и ее методы

Защита леса от вредителей — обязательная составная часть лесозащиты, цель которой — поддержание, сохранение и повышение ресурсного потенциала и биологического разнообразия лесов России, являющихся не только отечественным, но и мировым богатством.

Массовые размножения вредителей, так же как и эпифитотии, представляют собой одну из форм реакции лесных биогеоценозов на снижение или нарушение их устойчивости под влиянием внешних и внутренних факторов. Поэтому эффективное воздействие на насекомых и возбудителей инфекционных болезней возможно лишь опосредованно, через воздействие на лесные экосистемы в целом, хотя это и не исключает применения для защиты лесов мощного и разнообразного арсенала методов и средств. Сложилось два стратегических направления лесозащиты — сохранение биологической устойчивости лесных биогеоценозов и снижение ущерба от вредителей и болезней путем поддержания уровня численности вредителей и степени развития болезней ниже хозяйственно ощутимого порога.

В лесах России лесозащитная деятельность регламентируется в соответствии со статьей 55 Лесного кодекса Российской Федерации *Правилами санитарной безопасности в лесах*, утвержденными Постановлением Правительства Российской Федерации от 29 июня 2007 г. № 414.

Правила устанавливают единые порядок и условия организации защиты лесов от вредных организмов, а также от воздействий на леса других негативных факторов и санитарные требования к использованию лесов, направленные на обеспечение санитарной безопасности.

В целях обеспечения санитарной безопасности в лесах осуществляются следующие меры:

– лесозащитное районирование (определение зон слабой, средней и сильной лесопатологической угрозы);

– лесопатологические обследования и лесопатологический мониторинг;

– авиационные и наземные работы по локализации и ликвидации очагов вредных организмов;

– санитарно-оздоровительные мероприятия (вырубка погибших и поврежденных лесных насаждений, очистка лесов от захламления, загрязнения и иного негативного воздействия);

– установление санитарных требований к использованию лесов.

Требования, установленные Правилами санитарной безопасности в лесах, учитываются при планировании освоения лесов. Документированная информация, получаемая при осуществлении мероприятий по обеспечению санитарной безопасности в лесах, в установленном порядке представляется для внесения в государственный лесной реестр.

В случае гибели лесов или ухудшения их санитарного состояния, обусловленных чрезвычайными ситуациями природного и антропогенного характера, ликвидация последствий осуществляется в соответствии с Федеральным законом «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» и другими федеральными законами.

Работы по лесопатологическому обследованию и лесопатологическому мониторингу лесов, локализации и ликвидации очагов вредных организмов, назначению и проведению санитарно-оздоровительных мероприятий осуществляются в соответствии с методическими документами, утверждаемыми Федеральным агентством лесного хозяйства.

Лица, допустившие нарушение требований Правил санитарной безопасности в лесах, несут ответственность, и вред, причиненный лесам в связи с нарушением указанных требований, возмещается в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Ведущая специализированная лесозащитная организация в России — это Федеральное государственное учреждение «Российский центр защиты леса» (ФГУ «Рослесозащита»). Он имеет сеть филиалов, или региональных центров. Для оказания срочной и неотложной помощи по обнаружению и характеристике очагов вредителей и болезней, обоснованию и проектированию лесозащитных мероприятий работают специализированные лесопатологические экспедиции. Важная сторона деятельности специалистов защиты леса — контроль соблюдения Правил санитарной безопасности в лесах и участие в экологических экспертизах и лесной сертификации.

Методы защиты леса от вредителей отличаются между собой по применяемым технологиям и средствам. *Профилактические методы* направлены на повышение устойчивости лесов и предупреждение появления очагов вредителей; *активные истребительные мероприятия* — на снижение численности вредителей и локализацию их очагов.

Все методы защитных мероприятий условно подразделяют на лесохозяйственные, биологические, физико-механические, генетические, химические методы, применение феромонов и аттрактантов насекомых, интегрированные методы защиты леса, лесопатологический мониторинг и лесопатологические обследования, карантинные мероприятия. Почти все они имеют многоцелевой характер и одновременно являются и профилактическими, и истребительными.

Лесозащитное районирование

Лесозащитное районирование заключается в определении зон слабой, средней и сильной лесопатологической угрозы.

Критерием для определения зон лесопатологической угрозы служит степень повреждения лесов вредными организмами с учетом целевого назначения лесов, их экологической и хозяйственной ценности.

Для каждой зоны лесопатологической угрозы органами государственной власти и органами местного самоуправления определяются требования, учитываемые при проведении лесопатологического мониторинга и осуществлении лесозащитных мероприятий, а также устанавливаются критерии для определения мероприятий по защите лесов.

Лесозащитное районирование — вид специального природного районирования, главная отличительная особенность которого — разделение лесной территории на части по принципу общности комплексов насекомых и болезней леса и их вредности.

Основными задачами районирования являются классификация и картирование территории с учетом лесопатологической ситуации и соответствующих ей систем лесозащитных мероприятий.

В соответствии с организационной и функциональной структурой управления лесами лесозащитное районирование осуществляется на трех уровнях: федеральном, региональном и локальном.

При лесозащитном районировании учитываются лесорастительные зоны, ареалы насекомых-вредителей и болезней леса, частота проявления и периодичность вспышек массового размножения вредителей леса и возникновения эпифитотий, а также относительная площадь очагов вредителей и болезней в долях от площади лесов зоны (региона) и их вредность.

Например, известно, что зоной постоянных вспышек массового размножения вредителей являются леса степной и лесостепной зон, подтаежные и горно-лесостепные леса. Реже, но также на больших площадях очаги возникают в зоне хвойно-широколиственных лесов и в подзоне южной тайги Сибири. В подзоне средней тайги очаги имеют локальный характер и наблюдаются в основном в Сибири. В пределах России есть территории с мини-

мальной (раз в сто лет) и максимальной (ежегодной) встречаемостью очагов наиболее распространенных вредителей. Эти показатели характеризуют угрозу (вероятность) возникновения очагов в каждом регионе.

Учитывая устойчивость древесных пород к повреждениям, можно выделить от трех до пяти зон вредности, например зоны незначительного вреда, периодически интенсивного и перманентно интенсивного вреда.

Вероятность возникновения очагов характеризует частоту вспышек массового размножения насекомых и повреждения насаждений. Чем больше вероятность, тем чаще вспышки, продолжительнее период повреждения насаждений и выше вредность насекомых (табл. 1).

Очаги занимают 0,1 — 0,9 % покрытой лесом площади в республиках Адыгея, Удмуртия, Ингушетия; в Кировской, Костромской, Московской, Брянской, Ивановской, Нижегородской, Калининградской, Пермской и Рязанской областях. Доля очагов составляет от 1 до 9,9 % покрытой лесом площади в республиках Мордовия, Башкортостан, Дагестан, Марий Эл, Татарстан, Чувашия, Чеченская, Северная Осетия, Кабардино-Балкария; в Орловской, Тульской, Курской, Челябинской, Астраханской, Тамбовской, Самарской, Пензенской, Ульяновской, Оренбургской и Белгородской областях, а также в Краснодарском крае. В Саратовской, Воронежской и Липецкой областях доля очагов составляет от 10 до 20 % покрытой лесом площади. Наибольшее распространение очагов (20 — 35 % покрытой лесом площади) отмечено в Калмыкии, Ставропольском крае, Волгоградской и Ростовской областях.

Важный интегральный показатель для районирования — объемы лесозащитных мероприятий по административным территориям России. Он косвенно учитывает многие показатели, характеризующие лесопатологическую ситуацию и эколого-экономические последствия проведения или непроведения защитных мероприятий.

Н. И. Лямцевым, с учетом данных В. И. Эповой и А. С. Плешанова (Ю. П. Кондакова с соавторами и др.), предложена следующая шкала балльной оценки показателей активности вредных организмов.

Схема лесозащитного районирования федерального уровня учитывает лесохозяйственные регионы и области, а лесохозяйственные округа классифицирует в зональном разрезе на 4 типа: максимальной интенсивности лесозащитных мероприятий, средней интенсивности, низкой (умеренной) интенсивности и локального применения лесозащитных мер.

В зону *максимальной интенсивности лесозащитных мероприятий* входят леса лесостепной и степной зон Европейской

Таблица 1

Шкала балльной оценки показателей активности вредных организмов

Показатели	Распределение оценок показателей по пятибалльной шкале				
	1	2	3	4	5
Вредоносность	Незначительная	Слабая	Умеренная	Высокая	Максимальная
Относительная площадь очагов, %	Менее 0,09	0,1 — 0,99	1,0 — 9,9	10 — 19,9	20 и более
Вероятность появления очагов	0,10 — 0,20	0,21 — 0,40	0,41 — 0,60	0,61 — 0,80	0,81 — 1,0

России, подтаежные, горно-лесостепные и степные леса Сибири. Насаждения имеют низкую биологическую устойчивость, большие площади монокультур. Они находятся в субоптимальных условиях произрастания, постоянно подвергаются интенсивному антропогенному влиянию и периодическому воздействию засух. Для этой зоны характерна максимальная вредоносность насекомых и болезней. Очаги массового размножения вредных организмов наблюдаются здесь практически ежегодно на больших площадях. Лесозащитные мероприятия следует проводить на всех этапах выращивания лесных насаждений и в максимальном объеме. Система лесозащиты должна включать весь ассортимент мероприятий от профилактических до истребительных. В Сибири в связи с эколого-хозяйственными последствиями градаций сибирского, соснового и лунчатого шелкопрядов, пихтовой пяденицы требуются широкомасштабные истребительные меры с применением авиации, химических и биологических препаратов. Необходима эффективная система наземного лесопатологического мониторинга, выборочные и сплошные санитарные рубки.

В зону *средней интенсивности лесозащитных мероприятий* входят хвойно-широколиственные и примыкающие к ним южнотаежные леса Европейской России, горно-таежные и южнотаежные равнинные леса Западной и Восточной Сибири, хвойно-широколиственные, в том числе кедрово-широколиственные и чернопихтово-широколиственные, леса юго-востока Хабаровского и Приморского краев, южнотаежные елово-пихтовые и еловые леса Хабаровского и Приморского краев и юга Амурской области.

К зоне *низкой интенсивности лесозащитных мероприятий* относятся среднетаежные леса европейской и азиатской частей России; среднетаежные горные и равнинно-долинные леса Хабаровского края и Амурской области. Вспышки массового размножения насекомых вызывают здесь временное снижение продуктивности лесов. Значительная вредоносность может наблюдаться только на локальных участках или в периоды депрессий лесов на больших площадях (повреждения сибирским шелкопрядом, черным пихтовым усачом, короедом-типографом). Активные (истребительные) лесозащитные мероприятия целесообразны в редких случаях и требуют эколого-экономического обоснования. Основное внимание должно уделяться лесопатологическому мониторингу, профилактическим мероприятиям и соблюдению санитарных правил в лесах. Лесопатологический мониторинг в Сибири проводится с применением дистанционных средств, в Европейской России — дистанционными и наземными методами.

К зоне *локального применения лесозащитных мероприятий* относятся притундровые и северотаежные леса Европейской России, Западной и Восточной Сибири; северотаежные равнинные и горные леса Хабаровского края, Амурской и Магаданской областей, каменно-березовые леса Камчатской области. Лесозащитные мероприятия проводятся на локальных участках для ликвидации последствий повреждения насаждений пожарами и негативным антропогенным воздействием. Лесопатологический мониторинг проводят в основном дистанционными средствами.

Для регионов (республик, областей — субъектов Российской Федерации) необходимо выделение соответствующих более мелких территориальных образований — районов, подрайонов и т. п. Более мелкое районирование основано на выделении очагов вредителей и болезней с учетом их категорий (типов). Для этого необходимо выявлять приуроченность очагов к определенным ландшафтам, их типам, урочищам, фациям, хозсекциям, лесопатологическим выделам (А. С. Исаев, А. С. Рожков, В. В. Киселев, 1988). С учетом сказанного, а также имея в виду интразональный характер антропогенного воздействия на леса, в пределах каждой лесозащитной зоны (округа) должны выделяться лесозащитные районы и более мелкие территориальные образования, характеризующие весь спектр лесозащитных мероприятий от локального их применения до мероприятий максимальной интенсивности. Естественно, что в зоне локального применения лесозащитных мероприятий площадь районов с интенсивной защитой насаждений во много раз меньше, чем в зонах средней и максимальной активности вредителей и болезней леса.

Для каждой зоны лесопатологической угрозы органами государственной власти и органами местного самоуправления определяются требования, учитываемые при проведении лесопатологического мониторинга и осуществлении лесозащитных мероприятий, а также устанавливаются критерии назначения мероприятий по защите лесов.

Глава 16

Лесопатологические обследования и лесопатологический мониторинг

16.1. Общие сведения

Цель лесопатологического обследования и лесопатологического мониторинга — сбор и анализ информации о санитарном состоянии лесов (размер и степень захламления, усыхания, загрязнения) и лесопатологическом состоянии лесов (площади очагов и степень повреждения/поражения вредными организмами), своевременное обнаружение, оценка и прогноз изменений санитарного и лесопатологического состояния лесов для оперативного управления в области защиты лесов и обеспечения санитарной безопасности в лесах.

Лесопатологическое обследование. К лесопатологическому обследованию относятся выявление очагов вредителей и болезней леса и участков насаждений с нарушенной устойчивостью, установление причин ослабления и усыхания насаждений, оценка их лесопатологического и санитарного состояния, надзор за появлением и распространением очагов вредителей и болезней леса. На основании данных обследования получают информацию для прогноза динамики развития очагов, определяют угрозу повреждения насаждений и принимают решения о целесообразности лесозащитных мероприятий. Лесопатологическое обследование проводят дистанционными, наземными и комбинированными методами.

Дистанционное обследование чаще всего применяют в многолесных и малонаселенных регионах, получая информацию с помощью аэрофотосъемки или космических снимков. Составная часть дистанционного обследования — лесопатологическое дешифрирование снимков.

Наземное экспедиционное лесопатологическое обследование проводят в зоне интенсивного ведения лесного хозяйства, в особо ценных лесах и на охраняемых природных территориях, в лесах, обычно доступных для наземного транспорта. Его осуществляют выборочными методами, где выборкой служит часть участков (выделов), или кварталов, леса, по состоянию которых судят о состоянии всех насаждений, и часть очагов вредителей и болезней леса, обследование которых позволяет судить о состоянии и численности всей популяции массовых вредителей леса или особенностях развития и распространения большей части очагов

болезней и их экологической характеристике. Во всех случаях под обследование выбирают наиболее типичные для района лесные насаждения с преобладанием главных или наиболее ценных пород.

Обследование ведут рекогносцировочными и детальными методами, описанными в специальной Инструкции по лесопатологическому обследованию и справочнике «Методы мониторинга в очагах вредителей и болезней» (2004), где подробно изложены используемые приемы и рекомендации по их выполнению.

Текущее оперативное лесопатологическое обследование — это плановое мероприятие, осуществляемое специалистами лесного хозяйства с определенной очередностью на последовательно выбираемых для этого участках лесной территории в целях проверки поступающих сигналов об усыхании и ослаблении насаждений, появлении и распространении вредителей и болезней. Его целями могут быть также освидетельствование мест рубок главного пользования и оценка санитарного состояния вырубок. Оно проводится для оперативного контроля за состоянием лесов и корректировки мест назначения санитарно-оздоровительных и других лесозащитных мероприятий. Этот вид обследования осуществляют наземными методами, но при необходимости для обнаружения усыхания и повреждения леса на больших площадях привлекают авиацию, совмещающую противопожарный контроль насаждений с выявлением неблагополучных по состоянию, поврежденных и усыхающих насаждений.

Экспедиционное лесопатологическое обследование выполняется специализированными лесоустроительными (лесопатологическими) предприятиями в тех случаях, когда по своим масштабам и сложности лесопатологической обстановки эти работы не могут быть выполнены силами местных специалистов лесозащиты. Их планируют и осуществляют в насаждениях, где отмечено массовое ослабление и усыхание лесов, прошли лесные пожары и наблюдались другие стихийные бедствия, образовались и действуют крупномасштабные очаги опасных вредителей и болезней леса. Цель экспедиционного обследования — получение информации для прогноза развития очагов, определения угрозы повреждения насаждений и обоснование целесообразности назначения (и проектирование) необходимых лесозащитных мероприятий, а также анализ хозяйственной, в том числе лесозащитной, деятельности для оценки ее влияния на состояние лесов. Для разных целей и в лесах с неодинаковыми природными и лесоэкономическими зонами используют разные способы лесопатологического обследования: дистанционный, наземный и комбинированный.

Иногда в труднодоступных лесах применяют *комбинированное* или *авиадесантное лесопатологическое обследование*, когда после облета большой территории выявляют участки леса, тре-

бующие детального изучения, для чего в заранее намеченные пункты на определенный период высаживают десант специалистов, которые устанавливают причины усыхания насаждений, уточняют вид и численность вредителей и проводят другие необходимые исследования и наблюдения.

Лесопатологический мониторинг (ЛПМ). Он представляет собой подсистему лесного мониторинга, куда кроме лесопатологического входят ресурсный, противопожарный и другие виды мониторинга. ЛПМ включает сбор, анализ и использование информации о лесопатологическом и санитарном состоянии лесов, данные надзора за развитием и распространением очагов вредителей и болезней леса, повреждением (поражением) лесов другими неблагоприятными природными и антропогенными факторами в целях прогноза лесопатологической ситуации и принятия решений по планированию и осуществлению лесозащитных мероприятий. По отношению к вредителям леса часто употребляют понятие «*лесознтомологический мониторинг*».

Объекты лесопатологического мониторинга — это лесные насаждения разного целевого назначения и состояния, в том числе особо охраняемые и ценные насаждения, насаждения с нарушенной устойчивостью, а также виды и комплексы опасных вредителей и болезней леса и их очаги.

16.2. Оценка состояния насаждений при лесопатологических обследованиях и мониторинге

Состояние деревьев и насаждений — это их качественная характеристика по комплексу показателей, отражающая соответствие объекта определенной норме.

Категория состояния деревьев представляет собой интегральную оценку их состояния по комплексу визуальных признаков (густота и цвет кроны, наличие и доля усохших ветвей в кроне, состояние коры и др.) в баллах. Выделяют 6 основных категорий состояния деревьев.

1. *Без признаков ослабления:* деревья с густой и зеленой кроной, нормальным для данной породы, возраста и условий местопроизрастания приростом.

2. *Ослабленные:* деревья с хвоей и листвой светлее обычного, часто с изреженной или слабоажурной кроной, их прирост уменьшен не более чем наполовину, по сравнению с нормальным, доля усохших ветвей менее 25 %. Возможны признаки местного повреждения ствола, корневых лап и ветвей стволовыми вредите-

лями; у лиственных деревьев часто возможно появление водяных побегов на стволе и ветвях.

3. *Сильно ослабленные*: деревья со светло-зеленой, слабожелтоватой или сероватой матовой хвоей и с листвой мельче или светлей обычного, их кроны ажурны, прирост уменьшен более чем наполовину по сравнению с нормальным, доля усохших ветвей от 25 до 50 %. Возможно появление признаков повреждения ствола, корневых лап, ветвей, кроны, попытки поселения или удавшееся местное поселение стволовых вредителей на стволе и ветвях. У лиственных деревьев часто наблюдается сокotecение и развитие водяных побегов на стволе и ветвях.

4. *Усыхающие*: деревья со светло-зеленой, желтоватой или сероватой матовой хвоей и с листвой мельче или светлей обычного, крона изрежена, прирост уменьшен более чем наполовину по сравнению с нормальным, доля усохших ветвей 50 — 75 %. Часто наблюдаются признаки повреждения ствола, корневых лап, ветвей, кроны, попытки поселения или удавшееся поселение стволовых вредителей на стволе и ветвях, у лиственных деревьев возможны сокotecение и развитие водяных побегов на стволе и ветвях.

5. *Сухостой текущего года*: деревья, полностью утратившие жизненные функции и усохшие в текущем году; они имеют серую, желтую или бурую, иногда частично опавшую хвою и листву, доля усохших ветвей в кроне от 75 до 100 %, при этом мелкие сухие веточки обычно полностью сохраняются; кора на стволе сохраняется или осыпается лишь на части ствола, в последнем случае — часто из-за расклева ее птицами при добыче стволовых насекомых. Почти всегда у дерева имеются признаки заселения стволовыми вредителями (смоляные воронки, насечки, входные отверстия, буровая мука или буровые опилки на стволе и под кроной, насекомые на коре, под корой и в древесине); в конце вегетационного сезона возможно появление на стволе вылетных отверстий насекомых.

6. *Сухостой прошлых лет*: деревья, усохшие в прошлые годы, иногда простоявшие на корню много лет; их крона обычно с частично или полностью опавшей хвоей или листвой, мелкие сухие веточки в кроне, как правило, опадают; большая часть коры опала или легко отслаивается и опадает при небольшом усилии со стороны человека. Как правило, на стволе и ветвях имеются вылетные отверстия насекомых, под корой — обильная буровая мука или опилки; часто здесь находится в виде пленок, шнуров и ризоморф грибница дереворазрушающих грибов, на стволах и корневых лапах могут появиться плодовые тела.

При необходимости кроме шести основных категорий деревьев учитывают дополнительные: *суховершинные, ветровальные, буреломные* и др.

Лесопатологическое состояние насаждений характеризуется соотношением деревьев разных категорий состояния, степенью поврежденности (пораженности) насаждений вредителями, болезнями и другими неблагоприятными факторами, запасом или долей сухостоя и валежа в насаждениях.

При оценке состояния насаждений учитывают размер текущего и общего отпада (усыхания), характер отпада, поврежденность древесной вредителями, болезнями и другими неблагоприятными факторами природного и антропогенного происхождения, сохранность или нарушенность лесной среды. Это позволяет отнести насаждения к одному из трех классов биологической устойчивости (жизнеспособности) насаждений, а в дальнейшем использовать эти данные при выборе лесозащитных мероприятий.

К *I классу (биологически устойчивые)* относят насаждения, в которых текущий отпад не превышает нормального для данных возраста и условий произрастания, поврежденность деревьев вредителями и болезнями незначительна или отсутствует. Лесозащитные мероприятия здесь, как правило, не требуются.

К *II классу (нарушенная устойчивость)* относят насаждения, у которых размер усыхания, в том числе текущий отпад, значительно превышает нормальный для данных возраста и условий произрастания, при этом средний диаметр отпада близок к среднему диаметру насаждения или выше. Здесь обычно требуется назначение лесозащитных мероприятий.

К *III классу (насаждения, утратившие устойчивость)* относят расстроенные насаждения, в составе которых усохла или усыхает значительная часть деревьев основного полога, после выборки этих деревьев образуется редица. В таких насаждениях, как правило, назначаются сплошные санитарные рубки с последующим лесовосстановлением.

16.3. Надзор за появлением и распространением вредителей и болезней и состоянием леса

Надзор за появлением и распространением вредителей и болезней леса (лесопатологический надзор) составляет необходимую и обязательную часть лесопатологического мониторинга. Это система постоянных или периодических наблюдений и контроля за появлением, распространением и развитием очагов вредителей, распространением болезней и состоянием леса в целях своевременного планирования и осуществления лесозащитных мероприятий. Надзор выполняют также с помощью дистанционных и наземных методов и подразделяют на общий и специальный (рекогносцировочный и детальный).

Общий лесопатологический надзор проводится всеми лесными специалистами и арендаторами лесных территорий в процессе их повседневной работы. Он заключается в выявлении случаев массового усыхания и повреждения леса вредителями и поражения болезнями с немедленным оповещением — *сигнализацией* — о наблюдаемых явлениях органов управления лесным хозяйством и последующей проверкой этих сигналов специалистами защиты леса.

Граждане и юридические лица, использующие, охраняющие леса, организующие их защиту и воспроизводство, в случае обнаружения погибших или поврежденных вредными организмами, иными природными и антропогенными воздействиями лесных насаждений обязаны в пятидневный срок с даты обнаружения таких насаждений проинформировать об этом органы государственной власти или органы местного самоуправления, предоставившие лесные участки для использования или заказавшие соответствующие работы по охране, защите, воспроизводству лесов (далее — заинтересованные органы). При получении информации эти органы обязаны организовать лесопатологическое обследование в целях уточнения состояния лесных насаждений и учета численности и распространения вредных организмов. После предъявления результатов лесопатологического обследования в 30-дневный срок определяются необходимые мероприятия по защите лесов.

Специальный лесопатологический надзор осуществляют специалисты лесозащиты. Это система сбора, анализа и использования информации о вредителях и болезнях леса, о состоянии насаждений в их очагах в целях получения показателей для прогнозирования развития очагов, своевременного планирования и проведения лесозащитных мероприятий. Он устанавливается, как правило, за определенными объектами, какими могут быть опасные и наиболее распространенные в конкретных регионах или природных зонах виды вредителей и болезней и другие факторы негативного воздействия на леса. Специальный надзор подразделяется на *рекогносцировочный* и *детальный*.

Рекогносцировочный лесопатологический надзор осуществляется дистанционными и наземными методами по визуальным признакам повреждения или поражения в периоды, когда эти признаки наиболее заметны. Он проводится на заранее выбранных маршрутах и участках насаждений, где ранее были замечены, действуют или ожидаются очаги вредителей или имеются насаждения с нарушенной устойчивостью. Информация, полученная при рекогносцировочном надзоре, используется для назначения срочных лесозащитных мероприятий и выбора мест последующего детального надзора.

Детальный лесопатологический надзор осуществляется преимущественно наземными методами на участках постоянного наблюдения. На них ежегодно или периодически учитывается численность (плотность) популяций вредителей, анализируются их структура и жизнеспособность. Методы детального лесопатологического надзора разработаны применительно к разным группам и видам вредителей, они соответствуют их биологии и особенностям распространения в лесах. Информация, собранная в ходе детального надзора, используется для оценки фазы развития очагов и динамики численности вредителей леса. На основании материалов детального лесопатологического надзора прогнозируется развитие очагов, определяется угроза предстоящего повреждения лесов, их возможного ослабления и усыхания и принимается решение о целесообразности назначения лесозащитных мероприятий.

Ниже приведены наиболее часто применяемые показатели, характеризующие популяции лесных насекомых.

1. Плотность популяции:
 - *экологическая* — число особей вредителей на единицу кормового субстрата (100 г хвои или листьев, 1 дм² луба, 1 дм³ древесины);
 - *абсолютная* — число особей на единицу площади (1 га, 1 м²);
 - *относительная* — число особей на единицу учета (дерево, ветвь, лист, ловушка и т.д.).
2. Встречаемость — доля выборочных единиц учета (площадки, палетки, модельные ветви и пр.) с вредителем от всей выборки.
3. Коэффициент размножения — отношение плотности особей молодого поколения к плотности особей родителей.
4. Выживаемость — отношение числа выживших особей к числу отродившихся.
5. Смертность — доля погибших особей (величина, обратная выживаемости).
6. Структура популяции:
 - половой индекс — соотношение самок и самцов, или доля самок в популяции;
 - соотношение здоровых, больных и погибших от энтомофагов особей насекомого;
 - доля диапаузирующих особей в популяции.
7. Масса (в граммах) яиц, куколок, коконов.
8. Плодовитость самок (потенциальная и фактическая), шт. яиц.

Очагами вредных организмов считаются территории лесов, на которых численность (концентрация) вредных организмов и повреждения, нанесенные ими, угрожают жизнеспособности лесных насаждений. Территории лесов относят к очагам вредных организмов по результатам лесопатологического обследования или лесопатологического мониторинга.

Вопрос о необходимости тех или иных мероприятий по локализации и ликвидации очагов вредных организмов решается после контрольного лесопатологического обследования, по результатам которого определяется целесообразность их проведения, а также сроки и объемы работ.

16.4. Прогноз динамики состояния лесов и очагов вредителей и болезней леса

По результатам специального лесопатологического надзора делают *прогноз* — вероятностную оценку динамики численности вредителей, развития болезней леса, потенциальной угрозы предстоящего повреждения (поражения) насаждений или размера их усыхания. По результатам прогноза устанавливают целесообразность проведения, объем и оптимальные сроки лесозащитных мероприятий. Прогнозирование опирается на данные мониторинга лесных экосистем.

В лесозащите обычно используют сверхдолгосрочный, долгосрочный и краткосрочный прогнозы, охватывающие периоды от нескольких лет до одного года или одного сезона. Сверхдолгосрочный (многолетний) и долгосрочный виды прогноза основаны на знании закономерностей динамики численности насекомых и развития болезней, особенностей биологии видов вредных организмов, взаимосвязей между живыми организмами и факторами среды. Многолетнее прогнозирование тесно связано с развитием метеорологии и гелиобиологии, поскольку начало и конец цикла любого явления в лесных экосистемах и популяционная динамика живых организмов чаще всего определяются погодной ситуацией, в свою очередь тесно связанной с циклами солнечной активности.

При этом необходимо уделять внимание циклическим процессам в лесных экосистемах — периодически повторяющимся вспышкам массового размножения ряда насекомых-фитофагов, промысловых животных, смене растительных формаций, периодичности плодоношения и другим процессам. Цикличность объясняется повторяющимися макроциркуляционными процессами в атмосфере, солнечной активностью.

Пока еще нет единой теории использования гелиофизических предикторов для прогнозирования указанных выше явлений, хотя связь между ними и солнечной активностью обоснована большим и достаточно разнообразным материалом. Существуют два пути влияния солнечных агентов на экологические системы — прямой (через восприятие магнитного поля и космического излучения) и опосредствованный метеорологическими условиями.

Многие примеры долгосрочных прогнозов динамики популяций насекомых основаны на признании модифицирующего влияния климатических факторов на плотность популяции насекомых как через состояние кормовых пород, так и через прямое воздействие на выживаемость и смертность насекомых.

Принципы прогнозирования массовых размножений для группы хвое- и листогрызущих насекомых с учетом зависимости их реакции от отдельных типов атмосферной циркуляции разработал А. И. Воронцов. А. И. Ильинский критерием долгосрочного прогнозирования считал единый комплексный агрометеорологический показатель, Б. В. Флеров использовал для этой цели дефицит влажности, В. И. Бенкевич — гидротермический коэффициент (см. далее) в сочетании с показателем жесткости зимы. При прогнозе массового размножения сибирского коконопряда Ю. П. Кондаков использовал интегральный показатель засушливости (ИПЗ), выраженный в баллах.

О. А. Катаев (1984) проанализировал связь роста численности короедов в ельниках европейской части России с периодами солнечной активности и изменяющимися в определенной последовательности после них погодными условиями.

Для долгосрочного прогнозирования динамики численности насекомых чаще всего используют следующие *метеорологические показатели*.

Коэффициент водности — количество выпавших осадков за определенный период, выраженное в процентах от среднего многолетнего за этот же период; он определяется за календарный год, за гидрологический год (за период от октября предшествующего года по сентябрь текущего включительно), по скользящим периодам в 2—3 года, за три летних месяца (июнь, июль, август) и т. д.

Гидротермический коэффициент (ГТК) (по Г. Т. Селянинову) вычисляют путем деления суммы осадков за три летних месяца (июнь, июль, август) на сумму среднесуточных температур всех 92 дней этого периода. Полученное частное от деления умножают на 10. Величина ГТК более 1,3 свидетельствует об избыточном увлажнении, а менее 1 — о недостаточном увлажнении.

ГТК можно определять для любого отрезка времени в пределах вегетационного периода

Относительный дефицит влажности (по Б. В. Флерову) определяют, суммируя среднемесячные дефициты влажности воздуха в гектопаскалях (миллибарах), установленные на 12 ч дня, и находят отклонение (в %) от такой же суммы по средним многолетним данным. Отклонение в большую сторону на 10—15 %, особенно в течение двух лет подряд, по мнению Б. В. Флерова, свидетельствует об угрозе массового размножения вредителей.

Интегральный показатель засушливости (ИПЗ) (по Ю. П. Кондакову) предложен для прогноза очагов сибирского коконопряда, но мо-

жет быть использован и в других случаях. Он представляет собой отношение числа засушливых декад (Д) за период с температурой воздуха выше 10 °С к сумме гидротермических коэффициентов в июне и июле.

Величина ИПЗ, определяющая степень угрозы, в различных районах неодинакова. Поэтому для конкретных условий целесообразно определять отклонение ИПЗ от установленного по данным о средних многолетних температурах и осадках. Отклонение в большую сторону на 15—20 % свидетельствует о возникновении опасной ситуации.

В целях прогнозирования развития очагов анализируют состояние погоды за многолетний период, хотя бы за предшествующее десятилетие, по материалам метеостанции, находящейся поблизости от центра обследуемого или наблюдаемого лесного массива. Для большей достоверности прогнозов необходимо располагать данными об изменении погодной ситуации за возможно более длительный период, сопоставляя их с данными об уровне численности и площади очагов вредителей.

Долгосрочное и многолетнее прогнозирование с использованием метеорологических показателей пока еще несовершенно, помогая наметить лишь тенденцию развития очагов. Многолетнее прогнозирование тесно связано с развитием метеорологии и гелиобиологии, поскольку начало и конец цикла любого явления в лесной экосистеме или популяционной динамике живых организмов чаще всего определяется погодной ситуацией, обычно характеризующейся конкретными метеорологическими параметрами, которые влияют возбуждающе или вызывают депрессию и массовую смертность особей. Изучение циклических процессов в лесных экосистемах не исключает необходимости глубокого познания взаимодействий организмов на внутривидовом и межвидовом уровнях и совершенствования их математического моделирования. В свою очередь, прогнозирование опирается на данные мониторинга лесных экосистем.

Большее значение для лесозащиты имеют *краткосрочные методы прогноза* — определение численности насекомых следующего поколения и угрозы предстоящего повреждения лесов. Большой вклад в развитие краткосрочных методов прогноза численности хвое- и листогрызущих насекомых внес А. И. Ильинский (1952). На основе своих наблюдений и исследований и с привлечением многочисленных литературных данных, в том числе классика немецкой лесной энтомологии Ф. Швердтфегера, он создал систему таблиц и расчетов для определения угрозы повреждения крон насекомыми с учетом их численности и кормовых норм. Таблица «критических чисел» А. И. Ильинского до сих пор используется в лесозащите.

Ф. Н. Семевский (1971) предложил свою формулу прогноза предстоящего повреждения в очагах хвое- и листогрызущих на-

секомых с учетом динамики смертности видов в процессе развития, уточненных кормовых норм и данных об экологической плотности особей (количество личинок младшего возраста на 100 г зеленой массы хвои или листовой). Идеи Ф. Н. Семевского развил и довел до практического использования А. В. Голубев (2004).

Прогноз динамики состояния насаждений строится на основании данных долгосрочных наблюдений на постоянных пробных площадях в насаждениях с нарушенной биологической устойчивостью. По этим данным для каждой категории состояния деревьев определяют вероятность усыхания. Если в устойчивых насаждениях для деревьев эта вероятность очень невелика (не более 0,001), то в очагах вредителей и болезней, на горях, в техногенно нарушенных лесах она неуклонно возрастает.

Зная эти коэффициенты и используя данные о соотношении деревьев разных категорий в насаждениях, можно определить количество деревьев, которые могут усохнуть через год.

Прогноз динамики развития очагов вредителей леса целесообразно рассматривать отдельно по отношению к вредителям разных экологических групп. В наибольшей степени он разработан для группы хвое- и листогрызущих насекомых.

Лесохозяйственные методы защиты леса

В понятие «лесохозяйственные методы защиты леса» входит комплекс мероприятий и правил, выполняемых на протяжении всего цикла лесовыращивания и лесопользования в целях повышения устойчивости лесов к вредителям, болезням и другим неблагоприятным факторам среды, обеспечивающих сохранность лесов, исключающих или уменьшающих возможность их повреждения и повышающих их устойчивость. Основу лесозащиты составляют лесохозяйственные методы. Без технически грамотного их применения невозможно предупредить или локализовать очаги вредителей и болезней.

Лесохозяйственные методы включают следующие меры:

- использование при лесоразведении здорового посевного и посадочного материалов и их правильное хранение и транспортировка;

- соблюдение в питомниках и культурах правил агротехники, способствующих выращиванию здоровых первосортных сеянцев и саженцев;

- создание и формирование смешанных и по возможности разновозрастных насаждений как наиболее устойчивых к вредителям и болезням;

- обоснованный подбор лесных пород для производства культур в соответствии с климатическими и почвенно-грунтовыми условиями, с учетом их повреждаемости и возможности перехода вредителей и болезней с одной породы на другую;

- подбор форм древесных растений, устойчивых к вредным насекомым и болезням, направленная их селекция;

- своевременный и систематический уход за вновь создаваемыми культурами и за лесом с удалением в первую очередь всех больных, заселенных вредителями и явно ослабленных деревьев;

- обоснованный выбор системы рубок главного пользования и сроков их осуществления (способы рубок, способы примыкания лесосек, направление и ширина лесосек), всемерное сокращение периметра опушек, применение современных мер ухода за лесом;

- контроль санитарного состояния леса и своевременное применение санитарно-оздоровительных мероприятий, входящих в «Правила санитарной безопасности в лесах России».

К санитарно-оздоровительным мероприятиям относятся вырубка погибших и поврежденных лесных насаждений, очистка лесов от захламления, загрязнения и устранения иных негативных воздействий. При выявлении лесов, нуждающихся в санитарно-оздоровительных мероприятиях, которые не предусмотрены лесохозяйственным регламентом лесничества или лесопарка, а также проектом освоения лесов, эти мероприятия планируются на основе материалов лесопатологического обследования, что обеспечивает профилактику возникновения и развития очагов вредителей и болезней леса, сохранение биологической устойчивости и поддержание противопожарной безопасности лесов, а также способствует повышению их продуктивности и увеличению размера промежуточного пользования.

Санитарно-оздоровительные мероприятия в лесах, расположенных на землях особо охраняемых природных территорий, осуществляются в соответствии с установленным для этих территорий режимом особой охраны.

Санитарно-оздоровительные мероприятия проводят с учетом требований правил пожарной безопасности в лесах.

В насаждениях, сохраняющих высокую устойчивость и жизнеспособность, санитарно-оздоровительные мероприятия минимальны или не планируются. *Выборочные санитарные рубки* обязательны в насаждениях с нарушенной устойчивостью. *Сплошные санитарные рубки* планируются и осуществляются в насаждениях с утраченной устойчивостью. *Захламленность* ликвидируют при образовании массового ветровала и бурелома в результате негативного воздействия ветра, снега, вол (когда деревья повалены или сломаны ветром, снегом, при подмывании водой). В первую очередь очистке подлежат лесные участки, где есть опасность возникновения лесных пожаров и массового размножения стволовых вредителей.

Сплошные санитарные рубки лесных насаждений проводят независимо от их возраста в тех случаях, когда выборочные санитарные рубки не обеспечивают сохранение жизнеспособности лесных насаждений и выполнение ими полезных функций. При выборочных рубках и уходе за лесами в первую очередь вырубать погибшие и поврежденные деревья.

Отвод деревьев и насаждений в санитарные рубки требует высокой квалификации специалистов и соблюдения правил отбора деревьев в санитарную рубку, обеспечивающих удаление из леса сухих, ветровальных, буреломных и утративших жизнеспособность деревьев, служащих источниками инфекционных болезней и повышающих пожарную опасность в лесах.

Предусмотрено соблюдение санитарных правил при очистке лесосек, хранении древесины в лесу и на складах, в погрузоч-

ных пунктах, при перевозке, при подсочке и осмолподсочке леса, пользовании лесом в культурно-оздоровительных и спортивных целях.

Для заготовки живицы не используются лесные насаждения, расположенные в очагах вредных организмов, а также ослабленные и поврежденные насаждения. В лесных насаждениях, отведенных для заготовки живицы, до начала ее заготовки вырубают усыхающие и сухостойные деревья, очищают места рубок от порубочных остатков. Заготовка живицы, а также заготовка и сбор недревесных лесных ресурсов (кора деревьев и кустарников, хвост, веточный корм, еловая, пихтовая и сосновая лапа, ели для новогодних праздников, лесная подстилка), пищевых лесных ресурсов осуществляются способами, которые исключают возникновение очагов вредных организмов и усыхание деревьев.

Не допускается ухудшение санитарного и лесопатологического состояния лесов для рекреационных целей.

При использовании лесов под строительство, прокладку линий электропередачи, линий связи, дорог, трубопроводов и других линейных объектов, для выполнения работ по геологическому изучению недр, разработки месторождений полезных ископаемых, для строительства водохранилищ, иных искусственных водных объектов, гидротехнических сооружений, специализированных портов, для переработки древесины и иных лесных ресурсов, а также для многих других целей не должно ухудшаться санитарное состояние лесов, расположенных на предоставленных гражданам и юридическим лицам и прилегающих лесных участках.

При разработке лесосек и разрубке трасс под линейные объекты запрещается сдвигание порубочных остатков к краю или стенам леса.

В очагах вредных организмов, повреждающих (поражающих) древесину, порубочные остатки подлежат обязательному сжиганию с соблюдением правил пожарной безопасности в лесах.

В весенне-летний период не допускается хранение (оставление) в лесах заготовленной древесины более 30 дней без удаления коры (без окорки) или без обработки пестицидами.

При проведении санитарно-оздоровительных мероприятий соблюдаются требования по сохранению редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и (или) в красные книги субъектов Российской Федерации. Для лесных растений, относящихся к видам, занесенным в Красную книгу Российской Федерации и (или) в красные книги субъектов Российской Федерации, а также включенных в перечень видов (пород) деревьев и кустарников, заготовка древесины которых не допускается, разрешается рубка только погибших экземпляров.

Санитарные требования к использованию лесов запрещают:

– загрязнение почвы в результате нарушения установленных требований к обращению с пестицидами и агрохимикатами или иными опасными для здоровья людей и окружающей среды веществами, отходами производства и потребления, а также загрязнение лесов промышленными и бытовыми отходами;

– невыполнение или несвоевременное выполнение работ по очистке лесосек, по приведению лесных участков, предоставленных гражданам или юридическим лицам, в состояние, пригодное для использования этих участков по целевому назначению, или работ по их рекультивации;

– выпас сельскохозяйственных животных на неогороженных лесных участках, предоставленных для ведения сельского хозяйства, без пастуха или без привязи;

– уничтожение (разорение) муравейников, гнезд, нор или других мест обитания животных;

– уничтожение либо повреждение мелиоративных систем, расположенных в лесах.

В лесах запрещаются разведение и использование растений, животных и других организмов, не свойственных естественным экологическим системам, а также созданных искусственным путем без разработки эффективных мер по предотвращению их неконтролируемого размножения.

Правилами санитарной безопасности указаны методы локализации и ликвидации очагов вредных организмов: авиационные и наземные работы с применением пестицидов, феромонов и энтомофагов. Эти методы должны быть рассмотрены отдельно.

Биологический метод защиты леса от вредителей

18.1. Общие сведения

Современная концепция защиты леса строится на принципах интегрированного управления численностью основных вредящих ему организмов. В состав интегрированных систем защиты (ИСЗ) входят разнообразные экологически безопасные приемы, хотя при этом и не исключается применение химических средств (пестицидов). Все большую роль в современных ИСЗ приобретает биологический метод (биометод).

Биологический метод означает регуляцию численности вредных живых организмов полезными. Подразумевается, что природные враги — паразиты, хищники и патогены — в состоянии удерживать популяцию своего хозяина (жертвы) на более низком уровне, чем это происходит в их отсутствии. Биологическая регуляция численности вредителей происходит в лесу естественным путем, но может совершаться и направленно путем манипуляций с аборигенными или интродуцированными полезными видами.

Биологический метод защиты растений от вредителей имеет долгую историю. В литературе часто приводятся примеры использования полезных насекомых в цитрусовых насаждениях Древнего Китая и финиковых рощах средневекового Ближнего Востока. Первым известным литературным источником, в котором описывалась деятельность паразитических насекомых, был труд Улисса Альдрованди «*De Animalibus Insectis*», опубликованный в 1602 г. С этого времени на разных континентах в разных странах с большим или меньшим успехом земледельцы стали использовать приемы биологической защиты выращиваемых растений и собранного урожая от разнообразных вредных организмов. Публикации на эту тему во множестве появлялись в ученых трудах и популярных изданиях.

В начале XX в. биологический метод большую популярность приобрел в Северной Америке. Причиной этого явились успешные работы по акклиматизации хищных насекомых, интродуцированных с других континентов, для использования против случайно завезенных с растениями чужеземных вредителей. Вслед за Америкой биологический метод начал бурно развиваться и в Европе. До начала Второй мировой войны это был едва ли не основной способ направленного воздействия на вредные растительноядные организмы с целью снизить ущерб от них.

Но к этому времени уже были синтезированы и начали появляться на рынке высокоактивные химические средства борьбы с вредными организмами — пестициды. В ту пору многим казалось, что найден, наконец, надежный способ борьбы с вредителями и болезнями растений. Производство пестицидов и масштабы их применения стремительно росли. Постепенно биологический метод стал уступать свои позиции химическому. Накопленный почти за сто лет опыт применения полезных членистоногих (главным образом, насекомых и клещей), казалось, никогда уже не будет востребован.

Однако постепенно обнаружилось, что применение химических средств защиты растений пагубно отражается не только на состоянии природы, но и на здоровье человека. Накапливалось все больше данных, свидетельствующих против широкомасштабных химических обработок. Все чаще выявлялись негативные последствия применения пестицидов. Было установлено, что лишь очень небольшая доля примененного пестицида попадает в организм целевого объекта, например насекомого или клеща. Подавляющая часть препарата, минуя его, оказывается во внешней среде — в воде, почве, воздухе. Все элементы биоценоза в той или иной степени подвергаются воздействию пестицида, а в последующем — и продуктов его разложения.

Открытие новых групп химических соединений, совершенствование практики применения пестицидов принципиально эту проблему не решало. Все чаще пестициды не давали ожидаемых результатов. Поэтому вновь стал возрождаться интерес к альтернативным способам защиты растений и в первую очередь к биологическому методу.

В настоящее время в странах Европы современные приемы земледелия и лесоразведения, основанные на максимальном использовании химических средств (пестициды, мелиоранты, минеральные удобрения), уступают позиции так называемому нехимическому, или органическому, земледелию. В его основу положено рациональное применение традиционных безопасных приемов: создание смешанных культур, употребление сидератов (серая ольха, многолетние люпины), органических удобрений, постоянное проведение мероприятий по уходу. В области защиты растений — это использование природных средств избирательного действия (растительные экстракты или их аналоги, обладающие пестицидными свойствами), а также разнообразных природных агентов, включая полезных членистоногих.

Огромный опыт в области биологической защиты растений накоплен в России. Уже в самом начале XX столетия выдающиеся сельскохозяйственные и лесные энтомологи И. Я. Шевырев, И. В. Васильев, И. А. Порчинский, Н. В. Курдюмов, изучая полез-

ную фауну, оценивали возможность использования ее представителей против вредных организмов. На протяжении нескольких десятилетий во многих научных учреждениях страны в различных регионах исследовалась роль энтомофагов в естественной регуляции численности вредителей, разрабатывались приемы разведения и применения паразитических и хищных членистоногих. Отечественными учеными и практиками были достигнуты общепризнанные успехи в области биологической защиты растений. основополагающие принципы биометода были разработаны Н. Ф. Мейером, Н. А. Теленгой, И. А. Рубцовым.

Биометод включает следующие направления:

1. Сохранение энтомофагов (хищных и паразитических членистоногих), обитающих в лесных ценозах.
2. Привлечение энтомофагов в лесные ценозы.
3. Внутриауральные переселения энтомофагов.
4. Применение классического биометода (интродукция и акклиматизация энтомофагов).
5. Применение энтомофагов методом колонизации или наводнения.
6. Использование муравьев.
7. Использование позвоночных животных.
8. Использование энтомопатогенов (вирусы, грибы, бактерии, простейшие, нематоды).

В большинстве сбалансированных (стабильных) экосистем биологический контроль (регуляция) численности населяющих его видов является нормой, а не исключением. В ненарушенных лесных экосистемах большая часть популяций беспозвоночных обитателей пребывает на низком, безопасном для человека уровне именно в силу деятельности своих многочисленных природных врагов. Но, как показывает тысячелетний опыт, такое равновесное состояние может быть легко нарушено. Многолетняя засуха или, напротив, длительные подтопления, пожары или массовый вывал деревьев в результате ураганов нарушают установившийся баланс. Дестабилизирует лесные экосистемы и сам человек. Этому способствуют интенсивное сельскохозяйственное производство на землях, прилегающих к лесным массивам, непосредственные антропогенные воздействия: неупорядоченные широкомасштабные рубки леса, промышленные выбросы, мелиорация, замена устойчивых сложных природных сообществ монокультурами. Все это нарушает естественную среду обитания энтомофагов растительноядных насекомых. Фитофаги получают преимущества, плотность их популяций быстро возрастает, возникают вспышки массового размножения. Подобная тенденция при одновременном сокращении видового состава и плотности популяций энтомофагов как раз и служит предпосылкой для применения биометода.

В странах с развитым лесным хозяйством давно разработаны интегрированные системы защиты естественных лесов и лесных насаждений от разнообразных вредных компонентов. По мере появления новых средств биологической защиты и разработки новых приемов их использования они включаются в такие системы.

Многообразие лесных сообществ, постоянно меняющаяся в них ситуация не позволяют рекомендовать единую для всех территорий и на все времена систему защиты. Концепция защиты леса, в том числе и биологической, всегда имеет региональный характер и разрабатывается применительно к конкретной климато-географической зоне, определенному типу ведения хозяйства.

Подобный региональный подход может быть проиллюстрирован на примере Канады. Здесь совместными усилиями Федерального лесного агентства, различных служб, представляющих интересы лесной индустрии, специализированных научно-исследовательских учреждений постоянно определяются приоритеты для научных исследований, имеющих отношение к охране и защите леса. Совместно разрабатываются региональные программы и принимаются решения по материально-техническому их обеспечению. Так, для провинции Британская Колумбия разработаны 42 программы. В каждой из них обозначены приоритетные объекты и направления исследований (например, реакция вредителей на различные лесохозяйственные мероприятия, учет потерь от вредителей и болезней, стандартизация лесохозяйственных и лесозащитных мероприятий, совершенствование биологического метода защиты). Все найденные решения закладываются в системы защиты леса (R. J. Nevill et al., 1995).

Одна из важнейших проблем в современной лесозащите — проблема появления так называемых *новых вредителей*. Рассмотрим, что скрывается под этим понятием.

Видовое разнообразие членистоногих животных в лесных монокультурах всегда существенно меньше, чем в сложных по структуре естественных лесах. Основная причина этого — снижение разнообразия и количества корма, сокращение числа возможных экологических ниш и убежищ. Преимущество в таких обедненных ценозах получает ограниченный круг растительноядных видов. Как правило, это хорошо известные массовые виды вредителей. Помимо обширной кормовой базы увеличению их численности способствует сокращение здесь под воздействием пестицидов видового состава паразитических и хищных видов, в результате чего плотность популяций немногих растительноядных насекомых и клещей растет и вскоре начинает превышать допустимый пороговый уровень. Именно в этот момент они и становятся вредителями.

Реальная угроза сильного ослабления или даже полной гибели насаждения под воздействием таких вредителей вынуждает

применять против них истребительные меры, в основном тотальные обработки пестицидами. Быстрая массовая гибель фитофагов признается несомненным успехом программы. Но, увы, чаще всего это временный успех — иллюзия успеха. Тотальные обработки вызывают не только гибель целевого объекта, но и приводят к обеднению всей энтомофауны, в том числе и полезной. Уничтожаются наиболее уязвимые открыто живущие ее представители: имаго паразитических видов, хищные насекомые и клещи. Выживают, напротив, скрытоживущие хорошо защищенные фитофаги: кокциды, минеры (двукрылые и чешуекрылые), стволовые вредители, а также *r-стратеги* — растительноядные тли, хермесы, клещи, имеющие высокий коэффициент размножения и способные быстро вырабатывать резистентность к пестицидам. В результате этого в насаждении нарушается существовавший до обработки баланс взаимоотношений между полезными и вредными видами. Преимущества получают ранее редкие, малозначимые виды. Численность их, а вместе с тем и вредоносность стремительно возрастают, в конце концов превышая пороговое значение. Именно таков механизм появления новых вредителей.

Расширение состава вредящих видов (наряду с непрекращающимися вспышками численности «старых» вредителей) вынуждает чаще применять пестициды. Возникает замкнутый круг, который в прикладной энтомологии именуется пестицидным синдромом. Возникнуть он может не только в искусственно созданных насаждениях (лесокультурах), но и в естественных лесах, подвергающихся частым химическим обработкам в период возникновения вспышки численности какого-либо вредителя.

Пестицидным синдромом именуется трудно преодолеваемая зависимость от пестицидов. Применять их побуждает стремление быстро и радикально сократить численность вредителя. Долговременное использование пестицидов одного класса порождает две проблемы: выработку у подвергающихся обработкам растительноядных видов устойчивости к ним и подавление в защищаемом ценозе полезных организмов. В результате этого резко возрастает плотность популяций быстро размножающихся и ранее сдерживаемых энтомо(акари)фагами насекомых и клещей. Появляются новые виды вредителей, которые до того не имели экономического значения. Для преодоления этих нежелательных последствий увеличивают нормы и кратность применения пестицидов, что, однако, еще более обостряет проблему, порождая порочный круг зависимости от химических средств борьбы.

В лесных ценозах из-за их специфики и меньшей пестицидной нагрузки новые вредители появляются реже, чем в агроценозах. Но и в лесах такая тенденция отмечается все чаще. При этом

в качестве *новых* вредителей могут выступать как аборигенные, так и чужеземные (адвентивные) виды, ранее не проявлявшие себя в качестве вредителей.

Выход из подобных ситуаций возможен лишь на пути замены традиционной системы защиты леса, основанной на принципах борьбы с вредителями, иной системой, именуемой стратегией интегрированного контроля численности вредных организмов. И здесь особое значение приобретают энтомофаги, применение которых способно снижать численность как «старых», так и «новых» вредителей.

Существует множество примеров, подтверждающих реальность существования пестицидного синдрома. Одновременно накапливаются данные о возможности его преодоления путем использования приемов биологического контроля (биометода). Так, в результате часто повторявшихся химических обработок на тополевых плантациях Болгарии получила массовое распространение ранее не отмечавшаяся здесь в качестве вредителя стеклянница — *Paranthrene tabaniformis* (G. T. Georgiev, G. Tsankov, 1995).

В Канаде после трехлетнего применения ДДТ против хвоевертки *Choristoneura fumiferana* резко возросла до того низкая численность уже давно обосновавшегося здесь европейского пилильщика *Gilpinia hercyniae*. Применение ДДТ против этой же хвоевертки на севере США спровоцировало вспышку размножения елового паутинного клеща *Oligonychus ununguis* (R. B. Ryan, 1979).

Признается, что этот же механизм лежит в основе повсеместного ныне возрастания численности в лесах представителей группы сосущих вредителей. Например, в последние годы хвойным в Северной Америке, на юге Африки, в Японии, на Европейском континенте стали сильно вредить тли рода *Cinara*. В Южной Корее на черной сосне *Pinus thunbergii* широко распространился и стал серьезным вредителем червец *Matsucoccus thunbergianae* (K. Choi et al., 1995). В Англии сосновым насаждениям сравнительно недавно стали сильно вредить несколько видов тлей рода *Eulachnus* (S. T. Murphy, W. Volkl, 1996).

18.2. Энтомофаги и их роль в динамике численности лесных вредителей

18.2.1. Общая характеристика энтомофагов

Энтомофаги — это насекомые, питающиеся другими насекомыми. По способу питания и образу жизни их разделяют на *хищников* и *паразитов*. Личинки хищников за свою жизнь истреб-

ляют больше одной особи насекомых, у многих видов и систематических групп насекомых активно хищничают и взрослые особи. Личинки паразита, как правило, развиваются за счет единственной особи насекомого-хозяина.

Хищные насекомые. Зарегистрированы в 16 отрядах и 167 семействах с огромным числом видов.

Большую группу хищников составляют **ксилофильные насекомые**, которых по степени их связи с жертвой можно разделить на облигатных и факультативных хищников. Большая их часть относится к жесткокрылым.

К подгруппе **облигатных (обязательных, постоянных по способу питания) хищников** могут быть отнесены многие представители семейства жуков-пестряков (Cleridae), часть из которых (например, виды рода *Thanasimus*) связана в своем развитии преимущественно с короедами (Scolytidae), развивающимися в основном на хвойных породах деревьев; другая часть, личинки которых, как правило, развиваются под корой лиственных деревьев, например, *Clerus mutillarius*, в личиночной стадии преимущественно трофически связаны с преимагинальными стадиями дровосеков и капюшонников; виды рода *Tillus* и особенно *T. elongatus* развиваются обычно в подсохшей древесине, питаются преимущественно жуками-точильщиками (Anobiidae), они также указаны, как энтомофаги капюшонников (Bostrichidae), короедов (Scolitidae), дровосеков (Cerambycidae) и златок (Buprestidae). К числу облигатных хищников можно отнести также некоторых стафилинов, или коротконадкрылых, в частности *Zeteotomus scripticollis*, — обитателя ходов короедов, представителей жуков-щитовидок (Trogossitidae) из родов *Nemosoma* и *Temnocheila*, а также карапузиков (Histeridae) из рода *Niponius*. К числу облигатных хищников могут быть причислены и личинки некоторых шелконов (Elateridae), например, из родов *Lacon*, *Denticollis* и *Diacanthous*.

К **факультативным хищникам** относятся виды, которые, ведя хищный образ жизни, могут одновременно питаться различными органическими остатками в ходах ксилобионтов и (или) грибами, подгнившей корой или (и) древесиной, остатками мертвых насекомых, но для прохождения цикла развития им, как правило, необходимо питание животной пищей. К факультативным хищникам могут быть отнесены некоторые стафилины (*Staphylinidae*), например, личинки *Placusa depressa* и *P. comlanata*, по крайней мере некоторые виды рода *Phloeopora*, личинки части жуков-карапузиков (*Histeridae*) из родов *Platysoma* и *Paromalus*, часть видов рода *Rhizophagus*, особенно *Rh. depressus* и *Rh. grandis* из семейства монотомид (*Monotomidae*); некоторые виды жуков-блестянок (*Nitidulidae*), например, из рода *Eपुरaea* (*E. mar-*

seuli, *E. pygmaea* и некоторые другие), а также *Pityophagus ferrugineus*; к этой же категории хищников относят и личинок многих видов рода *Corticeus* из семейства чернотелок (*Tenebrionidae*); виды рода *Aulonium* из семейства узкотелок (*Zopheridae = Colydiidae*).

Обитателями подкорового пространства и гнилой древесины являются также хищные личинки мух-древесинниц (семейство Xylophagidae) и бекасниц (семейство Rhagionidae). Живут под корой деревьев и поедают личинок короедов личинки некоторых видов мух-копыхвосток (семейство Lonchaeidae), мух-зеленушек из рода *Medetera* (семейство Dolichopodidae).

Широко представлены жесткокрылые и среди открытоживущих хищников, среди них особенно известны хищные жужелицы и кокцинеллиды.

Хищные **жужелицы** (семейство Carabidae) питаются преимущественно гусеницами и куколками бабочек. Прожорливые подвижные жужелицы-красотелы (род *Calosoma*) широко известны как истребители хвое- и листогрызущих насекомых. Так, большой и красивый жук зеленый красотел (*Calosoma sycophanta*), распространенный в широколиственных лесах лесостепной и степной зон, поедает гусениц и куколок непарного шелкопряда, златогузки и других чешуекрылых. Сходный образ жизни имеет малый лесной красотел (*C. inquisitor*). Он заходит значительно дальше на север, истребляя преимущественно гусениц листоверток и пядениц. В лесах встречаются также крупные жужелицы рода *Carabus*, питающиеся многими насекомыми. Некоторые из них (например, кавказская жужелица — *Carabus caucasicus*) редки и занесены в Красную книгу.

Кокцинеллиды, или **тлевые коровки** (семейство Coccinellidae), — очень прожорливые хищники, питающиеся тлями, кокцидами и другими насекомыми из отряда равнокрылые. Надкрылья жуков-кокцинелл ярко окрашены и обычно покрыты разным числом пятен (рис. 67 цв. вкл.). Наиболее широко распространена кокцинелла семиточечная (*Coccinella septempunctata*). Часто встречается в лесах европейской части России кокцинелла еловая (*Pullus abietis*), сосновая (*Harmonia quadripunctata*), сингармония древесная (*Synharmonia conglobata*).

Хищники широко представлены и в других отрядах насекомых.

Личинки **златоглазок** (семейство Chrysopidae) из отряда сетчатокрылые (Neuroptera) (рис. 68 цв. вкл.) истребляют самых разнообразных вредителей, особенно тлей, червецов, паутинового клеща и других сосущих насекомых, а также яйца и молодых гусениц молей, листоверток и огневков. Их используют для подавления численности вредителей при выращивании растений в теплицах.

Большую группу составляют хищные **двукрылые** (отряд Diptera). Все они относятся к подотряду короткоусые (Brachycera). Среди них известны довольно крупные мухи с массивным грудным отделом и длинным телом из семейства ктыри (Asilidae), активно нападающие на летающих насекомых. Их личинки живут в земле и также являются хищниками, поедающими почвообитающих насекомых.

Поедают тлей и червецов личинки некоторых видов мух-серебрянок (семейство Chamaemyiidae) и журчалок (семейство Syrphidae).

Лесными хищниками являются **верблюдки** (отряд Raphidioptera). В хвойных лесах на стволах деревьев часто встречается тонкоусая верблюдка (*Raphidia ophiopsis*). Ее личинки заползают в ходы короедов и особенно охотно уничтожают сосновых лубоедов, а также яйца подкорного соснового клопа, монашенки и др.

Наибольшее значение в лесу как хищные насекомые имеют **лесные муравьи**, их образ жизни и огромная биоценологическая роль рассматриваются более подробно в подразд. 18.10.

Паразитические насекомые. Паразитические насекомые имеются в составе пяти отрядов (жуки, веерокрылые, чешуекрылые, двукрылые и перепончатокрылые) и 87 семейств, общее число видов паразитов исчисляется многими десятками тысяч. Большинство из них проходит полное превращение и ведет паразитический образ жизни только в фазе личинки. При этом паразит полностью использует ткани тела хозяина и убивает его. В зависимости от того, кто является хозяином паразита, последних делят на первичных (паразит живет за счет фитофага) и вторичных, или сверхпаразитов (паразит живет за счет другого паразита). Уровни паразитизма выше второго порядка редки. В теле хозяина может жить одна или несколько личинок паразита одного вида. В первом случае паразитизм называется одиночным, во втором — групповым. Если же в одном хозяине находится паразитов больше, чем могут нормально закончить развитие, наблюдается явление перезаражения (суперпаразитизм). Его нужно отличать от множественного паразитизма (мультипаразитизм), при котором происходит одновременное заражение одной особи хозяина большим числом разных видов паразитов. Большинство паразитов насекомых-вредителей леса относится к отрядам перепончатокрылых и двукрылых.

Большую и разнообразную группу представляют собой паразитические перепончатокрылые (отряд Hymenoptera). Взрослые насекомые откладывают яйца в других насекомых. Внутри тела хозяина откладывают яйца внутренние паразиты, или эндопаразиты. Паразиты, которые откладывают яйца на тело хозяина или рядом с ним, называются наружными, или эктопаразитами.

Среди эндопаразитов особенно разнообразна по числу семейств и видов, размерам, особенностям строения и образу жизни

ни группа наездников. Среди них есть крохотные наездники-яйцееды и крупные наездники, паразитирующие на личинках насекомых, обитающих в древесине, например наездник *Rhyssa persuasoria* (рис. 69 цв. вкл.). Наездниками этих насекомых называли по их характерной позе, которую они принимают при откладке яйца в свою жертву, наездник как бы сдлакает ее. Самые активные паразиты встречаются в семействах наездников бракониды (Braconidae) (рис. 70 цв. вкл.) и ихневмониды (Ichneumonidae) и в надсемействе хальцидовых (Chalcidoidea), объединяющем целую группу семейств. Кроме наездников к эндопаразитам относятся некоторые орехотворки (Cynipidae).

К числу эктопаразитов относятся представители семейств осколий (Scoliidae) и тифий (Tiphidae). Эти осы являются наружными паразитами почвообитающих насекомых, в особенности пластинчатоусых, они находят в почве личинок и прикрепляют на покровы их тела свои яички. Личинка паразита присасывается своим ротовым аппаратом к личинке хозяина и питается ее тканями. Роющие осы (семейство Sphecidae) строят свои гнезда в земле и выкармливают в них личинок пойманными и парализованными летающими насекомыми.

В отряде двукрылые (Diptera) наиболее известны как эндопаразиты многих насекомых личинки мух-тахин, или ежемух (семейство Tachinidae (= Larvaevoridae)), жужжал (семейство Bombyliidae), ряда видов мух-каллифорид (семейство Calliphoridae), саркофагид, или серых мясных мух (семейство Sarcophagidae). Их имаго часто встречаются на цветках, где питаются нектаром. Наиболее широко представлены среди эндопаразитов многих хвое- и листогрызущих вредителей леса мухи-тахины. Большинство видов тахин — полифаги, они паразитируют на многих видах чешуекрылых, пилильщиков и других насекомых. Заражение насекомых-хозяев у тахин происходит разными способами, многие виды откладывают яйца на листья растений, которыми питаются хозяева, другие на почву, третьи прикрепляют их на внешние покровы или вводят в полость тела хозяина. Окукливание личинок тахин происходит в ложном коконе внутри погибшего хозяина или вне его в земле.

18.2.2. Роль энтомофагов в динамике численности вредителей

Лишь четкое представление о роли конкретного энтомофага или комплекса энтомофагов в регуляции численности целевого объекта позволяет принимать оптимальные решения, касающиеся стратегии и тактики защиты леса.

Существует несколько гипотез, объясняющих причины возникновения циклов численности в популяциях лесных хвое- и листогрызущих насекомых. При этом в качестве модифицирующих факторов признаются космические причины, погодные условия, связи насекомых с патогенами или с кормовыми растениями. В последнее время все чаще возвращаются к старой отвергнутой было гипотезе, согласно которой в основе вспышек фитофагов лежат их взаимоотношения с паразитами и хищниками (А.А. Bergman, 1996).

Несомненно, естественные враги растительноядных насекомых во многих случаях (но не всегда) могут воздействовать на своих хозяев, выступая в роли реальных регуляторов численности.

Еще в 1971 г. К. Уатт (K. Watt, 1971) обратил внимание на то, что создание полноценной теории численности насекомых не может базироваться лишь на данных, полученных для массовых (вредных) видов. Однако изучение динамики численности «редких» растительноядных видов почти нигде не велось и за редким исключением не ведется и ныне. Еще на одно белое пятно в наших знаниях обратили внимание П. Прайс (P. W. Price, 1990) и Ф. Н. Семевский (1997). Они справедливо считают, что сведений о механизмах регуляции явно недостаточно, а также мало известно о роли энтомофагов в популяциях массовых видов в период депрессий численности последних.

Ныне признается, что достоверные сведения о поведении популяций и видов могут быть получены только в результате многолетних стационарных исследований на основе составления *таблиц выживания*. Такие таблицы служат итогом всякой популяционной работы, в которой рассматривается динамика численности вида и определяющие ее факторы. Составленные на основании фактических данных, полученных в течение ряда лет, они дают представление о ключевых и второстепенных факторах динамики численности. Без подобного инструмента всякое решение о роли того или иного из них может оказаться ошибочным.

О важности многолетних исследований свидетельствует хотя бы такой факт. По данным М. В. Прибыловой (1990), уровень поражения паразитами дубовой зеленой листовертки в значительной степени зависит от фазы вспышки. В фазе затухания от паразитов гибнет от 27 до 54 % особей; в фазе депрессии — в среднем 64 %, в начальной фазе нарастания численности — до 17 %. Понятно, что информация, полученная лишь в один (любой) год цикла, не может считаться объективной и не даст картины истинной роли энтомофагов.

Многолетних стационарных исследований популяционной динамики вредителей леса в мире и раньше было немного (R. R. Mason, V. E. Wickman, 1988). В России в качестве классического примера

можно упомянуть, пожалуй, лишь работы Т. М. Гурьяновой (1991 и др.), наблюдающей динамику популяции рыжего соснового пилильщика (*Neodiprion sertifer*) в течение более чем 20-летнего периода.

Исходя из *репродуктивного потенциала* большинства растительноядных насекомых, очевидно, что для поддержания коэффициента размножения популяции в пределах ниже единицы смертность за генерацию должна составлять, как правило, 99 %, а чаще и более. Ни один из энтомофагов в природных условиях не может обеспечить такую эффективность истребления фитофагов. Тем не менее из этого не следует, что они не в состоянии выступать в роли регуляторов и ограничителей численности.

Во-первых, в биоценозах действует не один энтомофаг, а комплексы энтомофагов. Суммарный процент уничтожаемой ими доли популяции может быть высоким. А во-вторых, на основании таблиц выживания становится очевидным, что часто столь высокой эффективности от энтомофагов и не требуется. Потери популяции на протяжении поколения от многочисленных иных факторов (смертность при выходе из яйца и от болезней, каннибализм, гибель при неблагоприятных погодных условиях и пр.) могут быть столь значительными, что энтомофагам стоит лишь ненамного увеличить смертность, чтобы коэффициент размножения вредителя оказался равным единице или даже ниже этого значения.

Именно поэтому необходима информация о потенциальных возможностях каждого полезного вида. Важно знать, какой уровень заражения хозяина (или истребления жертвы) достижим им в норме. Ибо может оказаться, что именно нескольких обеспечиваемых данным энтомофагом процентов смертности и недостает для необходимого снижения численности вредителя и удержания его плотности в допустимых пределах. Обеспечить условия для реализации природных «способностей» энтомофага (путем сохранения его популяции, привлечения в биоценоз, дополнительного выпуска и т. д.) часто вполне достаточно для решения практической задачи защиты от конкретного вредителя.

Приведем лишь несколько данных, характеризующих эффективность паразитических и хищных насекомых.

Более пристальное внимание к видам рода *Trichogramma*, обитающим в лесных ценозах, позволило обнаружить, что, как и в агроценозах, они играют здесь существенную роль в ограничении численности вредителей. Например, в Судетах на границе Польши и Чехии вспышка *Zeiraphera griseana*, спровоцированная загрязнением среды, затухла в результате исчерпания вредителем кормовой базы (хвои пихты), а также деятельности яйцевого паразита *Trichogramma embryophagum* (Z. Sapecki et al., 1989). В Крыму в сорокапятилетних дубовых насажде-

ниях *Trichogramma telengai* играет наиболее важную роль в регуляции численности зеленой дубовой листовёртки, заражая большую долю ее яиц (А. В. Ивашов, Г. Н. Суслова, 1990).

Возрастает количество информации и по другим группам энтомофагов. Так, совместное воздействие паразитических насекомых (тахин, саркофагид и перепончатокрылых) с вирусами оказывало решающее влияние на популяцию монашенки в сосняках, способствуя деградации ее очагов. Влияние этих факторов особенно проявлялось во второй половине эруптивной фазы вспышек, делая обычно проводящиеся в этот период химические обработки абсолютно бессмысленными (С. А. Бахвалов и др., 1992).

Американскими энтомологами на личинках и куколках смолсвки (*Rhyacionia zozana*) выявлено 16 видов перепончатокрылых и один двукрылый паразит. Все вместе они обеспечивают в среднем 47,2 % смертности этого опасного вредителя (С. G. Niwa, 1988).

Четкое представление о роли энтомофагов в динамике численности вредителя позволяет оптимизировать систему защиты насаждения, своевременно отказываясь от принятия бесполезных (а нередко пагубных) решений. Так, в труднодоступных районах Скандинавии в некоторые годы березе сильно вредит осенняя пяденица (*Epirrita autumnata*). У местных лесоводов неоднократно возникало желание применить против вредителя авиационную обработку пестицидами. Однако детальное изучение динамики численности пяденицы позволило сделать вывод о том, что большой комплекс паразитических вредителей уже вскоре после увеличения численности пяденицы хорошо справляется с нею. На основании этого были даны соответствующие рекомендации, и химическая борьба против данного вида была отменена (E. Naukiöja et al., 1988).

Среди различных групп энтомофагов заметное место принадлежит паразитическим и хищным двукрылым. Во многих случаях в энтомокомплексах они выступают в роли доминирующих, играя решающую роль в снижении численности вредителя. Хотя паразитические двукрылые и не всегда способны самостоятельно снизить численность вредителя, поражая лишь небольшую долю популяции, в комплексе с другими энтомофагами они могут обеспечить необходимый защитный эффект. Например, обычный паразит елового общественного ткача (*Cephalcia abietis*) тахина *Mухexoristops abietis* заражает в Чехии не более 9 % особей. Казалось бы, мало. Однако в комплексе с другими энтомофагами этого вполне достаточно для существенного сокращения численности пилильщика (V. Martinek, 1987).

В процессах регуляции численности растительноядных насекомых-вредителей весьма неоднозначна роль *видов-генералистов* (широких олигофагов и полифагов) и *видов-специалистов* (узких олигофагов и монофагов). Для непарного шелкопряда хищники-генералисты — это мыши, полевки, землеройки, птицы,

пауки, наземные хищные насекомые (кожееды, муравьи), питающиеся непарным шелкопрядом около двух месяцев в году, уничтожая гусениц и куколок. Ни один из этих хищников не может существовать и выживать, питаясь исключительно непарным шелкопрядом. Их благополучие и репродуктивная способность зависят от альтернативной пищи (жертв).

Наряду с экспериментальными исследованиями необходимо и моделирование процессов регуляции численности насекомых-фитофагов их паразитами и хищниками. Математические и имитационные модели могут предсказать судьбу популяции при введении нового компонента в сообщество энтомофагов. При этом порой обнаруживаются факты и последствия, которые заставляют по-новому взглянуть на механизмы динамики численности.

18.3. Методы выявления, идентификации и учета численности энтомофагов

Эффективное использование энтомофагов в защите леса возможно без разработки достоверных методов их выявления, идентификации и учета. Учитывать приходится не только самих энтомофагов, но и результаты их деятельности, т. е. биологическую и экономическую эффективность. Приемы и методики учетов постоянно совершенствуются.

Критический анализ традиционных подходов часто приводит к неожиданным результатам, заставляющим переосмысливать старые методики и вносить в них коррективы. Вот лишь одна иллюстрация к сказанному.

При учете численности энтомофагов (а также в качестве меры борьбы со многими вредителями растений) давно и широко используют ловчие пояса (ловушки), накладываемые на стволы деревьев. Недавно в Японии было обстоятельно исследовано влияние ловушек на численность полезных обитателей леса. Оказалось, что на соснах в ловчие пояса из пластика, соломы и гофрированного картона попадают не только вредные, но и полезные беспозвоночные, причем почти в равном соотношении. Был сделан вывод, что подобные ловушки не могут рассматриваться в качестве эффективного средства защиты леса.

Недавними исследованиями в Западной Европе обнаружено, что в феромонные ловушки, которые вывешивают для отлова короедов, в больших количествах попадают и представители полезной фауны. В ряде случаев доля последних более чем вдвое превышала долю целевых объектов (V. Nicolai et al., 1992). Это, несомненно, ограничивает широкое использование таких ловушек, особенно в качестве истребительного мероприятия. Вероятно, они

останутся пригодными лишь для мониторинга — контроля видового состава и плотности популяций вредных видов.

Любая программа защиты леса, включающая использование каких-либо полезных организмов, подразумевает точное знание их систематической принадлежности. Ошибка в определении вида-мишени и (или) его энтомофага может стоить успеха всей программы. Неверное определение вида не только не позволяет добиться необходимого положительного эффекта, но и влечет за собой большие экономические потери. Особую роль таксономические исследования приобретают при разработке и применении интегрированных систем защиты леса. Реализация систем защиты невозможна без детального знания видового состава как вредных, так и полезных его обитателей. В этой связи особое значение приобретают таксономические исследования членистоногих обитателей лесных сообществ, что требует участия в программах защиты леса систематиков высокой квалификации.

Методики определения насекомых постоянно совершенствуются. Сейчас для этих целей используют новейшие приемы, вплоть до хромосомного и генного анализа. Но во многих случаях достоверно идентифицировать насекомых можно без обращения в специализированные научные центры, пользуясь простейшими рекомендациями.

В последние годы при идентификации насекомых все чаще прибегают к услугам компьютерных определителей. Такие определители помимо текстов включают изобразительные файлы, что позволяет пользоваться ими не только узким специалистам-систематикам, но и практикам.

18.4. Полезная энтомофауна, внутривидовые и межвидовые отношения в лесных биоценозах

Разработка любой программы защиты леса начинается с фаунистических исследований. Их цель — выявить видовой состав реально вредящих и потенциально вредоносных растительноядных видов, а также комплексы паразитических и хищных членистоногих, развивающихся за их счет. Специфика энтомо- и акарифауны лесного ценоза определяется географическим положением исследуемого региона, составом древесных и кустарниковых пород и многими другими факторами. В связи с повсеместно возросшей вредоносностью в лесах сосущих насекомых наряду с традиционными исследованиями паразитов и хищников, живущих за счет хвое-, листогрызущих и стволовых вредителей,

все чаще получают приоритет работы по выявлению и изучению афидофагов и кокцидофагов. Это позволяет оценивать регуляторов численности тлей и кокцид. Порой обнаруживаются ранее неизвестные эффективные энтомофаги. Например, в Испании на колониях тлей, сравнительно недавно начавших поражать сосны, впервые были выявлены активно питающиеся тлями божьи коровки: *Anatis ocellata*, *Coccinella bipustulatus*, *Exochomus quadripustulatus* и *Myrrha octodecimguttata*. Их роль стали оценивать при разработке защитных мероприятий (Р. Е. Nunez et al., 1992).

Изучение паразитофауны вида на всех стадиях онтогенеза позволяет обнаруживать ранее неизвестные факты. Так, в результате исследований, проведенных в Болгарии, впервые из яиц соснового походного шелкопряда выведено несколько видов трихограммы (G. Tsankov et al., 1996). Это позволило по-новому оценить роль энтомокомплекса в регуляции численности опасного вредителя.

Для того чтобы понять причины различий в поведении того или иного паразитического или хищного насекомого и определить возможную их эффективность, помимо наблюдений в природе необходимы также экспериментальные исследования. Как правило, они трудоемки и потому проводятся нечасто. Между тем лишь лабораторный или полевой опыт порой может приоткрыть интимные ключевые этапы взаимоотношений паразитов (хищников) и хозяев (жертв).

Одна из подобных экспериментальных работ проведена канадскими лесными энтомологами (D. Parry et al., 1997). Для оценки реакции паразитических и хищных видов на разный уровень плотности кольчатого шелкопряда в тополевым насаждении искусственно создавался градиент плотности яиц фитофага. Выявлено, что при низком уровне численности хозяина из пяти исследованных паразитов лишь браконид (*Aleiodes malacosomatos*) и тахина (*Patelloa pachyryga*) проявляли плотностно-зависимую реакцию. Но при этом они не были в состоянии удерживать численность шелкопряда на приемлемом уровне. На это оказались способны лишь птицы, выступающие в роли хищников.

Основным резервом для программы биологического контроля вредителей лесных насаждений служат местные паразитические и хищные виды членистоногих. Любая попытка интегрировать систему защиты леса заранее обречена на неудачу, если в основе программы не лежат обстоятельные сведения о видовом составе обитающих в нем беспозвоночных и о межвидовых отношениях. Именно поэтому во всех странах с интенсивным ведением лесного хозяйства не прекращаются исследования видового состава паразитических и хищных насекомых, обитающих в лесах. Изучаются их биология, пищевые связи, определяется их значение в регулировании численности хозяев и жертв. Вновь по-

лученные данные используют в практических целях на территории обширных зоогеографических областей.

Для России большое значение имеют результаты фаунистических исследований на сопредельных территориях. Своевременный обмен информацией с коллегами из соседних стран ускоряет научный поиск и помогает избежать ненужных затрат.

В Польше недавно проведена ревизия наездников, обитающих в лесных станциях (J. Hilszczanski, 1994), и изучена паразитофауна в низкобонитетных лесах (R. Luterek, 1993). В Словении исследована фауна лесных муравьев и характер их распространения (J. Titovsek, 1994). В Болгарии вспышки численности походного шелкопряда (*Thaumetopoea pityocampa*) побудили развернуть национальную программу изучения его энтомофагов. Полученные в процессе таких исследований данные могут успешно использоваться и при защите лесов в западных районах России.

Изучение и анализ деятельности энтомофагов вредителей семян позволяет существенно повысить выход семенной продукции. Подобные работы в настоящее время развернуты в Польше, где интенсивно изучают не только насекомых, питающихся семенами и шишками *Picea abies*, но одновременно и их энтомофагов (M. Skrzypczynska, 1994).

Особую ценность имеют данные о новых вредителях: аборигенных и адвентивных (чужеземных). Следует внимательно следить за такими находками в соседних странах. Сравнительно недавно на юге и востоке Центральной Европы в дубовых плантациях появился новый вредитель — *Tischeria ekebladella*. Вспышки его размножения возможны и на юго-западе России. В Германии из гусениц и куколок этого вида уже выведено несколько паразитических насекомых: 2 ихневмонида и 10 хальцид (T. Jordon, 1995). Вполне возможно, что их интродукция будет полезной при развертывании в России программ борьбы с этим вредителем.

Межвидовые взаимоотношения во многом определяются степенью сложности лесного ценоза: имеет ли он естественное или искусственное происхождение, создан посевом или посадкой саженцев. Известно, что порослевые насаждения существенно отличаются не только своей более низкой продуктивностью, но и меньшей устойчивостью к неблагоприятному воздействию со стороны вредителей.

Подобные различия выявлены, в частности, канадскими исследователями, которые сравнивали межвидовые отношения в энтомокомплексах, складывающихся в культурах сосны Банкса, созданных различными методами (посевом, сеянцами и саженцами). Оказалось, что уровень смертности долгоносика (*Pissodes strobi*) от его энтомофагов за зимний период практически не зависел от того, как создавались культуры. Но роль птиц была более

значительной в культурах, созданных саженцами (M. I. Bellico, S. M. Smith, 1994).

Создание промышленных плантаций из быстрорастущих эвкалиптов, тополей и других культур порождает новые проблемы с вредителями. В свою очередь, это вынуждает обстоятельно исследовать их энтомофагов, в том числе и в природных сообществах, с тем чтобы затем применить их в культурах. Так, во Франции плантации тополей сильно повреждаются листоедом *Chrysomela tremulae*. Обстоятельные исследования его энтомофагов позволили выявить обширный энтомокомплекс, состоящий в основном из тахин и хальцид. Вместе с хищниками они уничтожали свыше 95 % взрослых листоедов. Полученная информация позволила создать систему сохранения и привлечения этих энтомофагов и полностью отказаться от планировавшихся на плантациях химических обработок (S. Augustin, J. Levieux, 1993).

18.5. Сохранение полезной энтомофауны в лесах при химических обработках

Неизбежный результат любых химических обработок — сокращение численности паразитических и хищных членистоногих. После прекращения обработок они далеко не сразу способны восстановить исходную плотность и вновь проявлять регулируемую роль. Порой не хватает терпения дождаться того момента, когда численность энтомофагов возрастет настолько, что отпадет необходимость в повторном применении пестицидов. Неверие в рекомендации квалифицированных специалистов вкупе с боязнью экономических потерь слишком часто побуждают вновь обращаться к испытанному средству — тотальным химическим обработкам.

Между тем существует множество приемов и способов, позволяющих сохранять во время обработок полезную фауну, а после их прекращения быстро восстанавливать ее до необходимого значения. К сожалению, пока это чаще практикуется при защите сельскохозяйственных растений, но некоторые приемы могут быть эффективными и в лесных сообществах, в основном при защите лесных культур.

18.6. Привлечение энтомофагов в лесные биоценозы

Существуют способы, которыми можно существенно ускорить процесс восстановления численности энтомофагов. Речь идет о привлечении в защищаемые биоценозы хищников и паразитов из окружающих стадий, не подвергавшихся обработкам.

Привлечение в лесные массивы позвоночных энтомофагов (главным образом птиц) с тем, чтобы они уничтожали вредных насекомых, едва ли не самое древнее защитное мероприятие. Оно очень эффективно, хотя на него сейчас мало обращается внимания. Главная роль птиц заключается не в истреблении насекомых при вспышках их массового размножения, а в постоянном уничтожении отдельных особей или небольших скоплений, что препятствует возникновению таких вспышек. Еще в 1913 г. крупнейший специалист в области защиты растений Н. М. Кулагин писал: «В видах собственной пользы человек должен искусственным образом вернуть птице то, что отнимается у нее современным хозяйном, т. е. прежде всего доставить ей удобства для устройства гнезда». Развешивание скворечников, дуплянок и искусственных гнезд для мелких насекомоядных птиц вместе с другими нехимическими приемами во многих случаях дают прекрасные результаты, обеспечивая надежную защиту леса. При санитарных рубках следует оставлять для этого дуплистые деревья, а где это невозможно, вешивать искусственные гнездовья.

Привлекать в лесные культуры нужно и полезных членистоногих. Делается это различными способами. Известно, что большинство энтомофагов в поисках своих жертв или хозяев ориентируются по запаху их кормовых растений или по запаху феромонов, с помощью которых фитофаги осуществляют внутривидовые половые связи. Для их энтомофагов такие вещества выступают в роли *кайромонов*. Это экзокринные секреты; химические вещества, служащие для передачи информации между разными видами животных и адаптивно полезные главным образом для воспринимающего реципиента, а не для выделяющего его донора. Ориентируясь на кайромоны, энтомофаги сужают круг поиска своих хозяев или жертв. Хищные и паразитические насекомые благодаря кайромонам не только отыскивают своих жертв или хозяев, но и приспособляются к их жизненным циклам. Кайромоны видоспецифичны. При поиске хозяина для некоторых перепончатокрылых паразитов важную роль играют кайромоны, содержащиеся в медвяной росе, выделяемой насекомыми-хозяевами. Часто и хищные насекомые обнаруживают жертву путем восприятия ее феромонов. Чувствительность энтомофагов при этом поражает. Некоторые хищники способны различать даже разные популяции жертвы. Так, в условиях Калифорнии хищники короледа *Ips pini* различали его популяции, заселявшие местные бревна сосен, от популяций, заселявших завезенный лесоматериал. Подобную удивительную чувствительность проявлял и *Tomicobia tibialis* — паразит короледов (K. F. Raffa, D. L. Dahlsten, 1995).

Сравнительно недавно стали получать синтетические кайромоны; начаты исследования по их практическому использованию

в целях привлечения полезных насекомых и клещей в защищаемые биотопы.

Пока для этих целей более доступны пищевые приманки. Опрыскивание насаждений водным раствором белкового гидролизата кормовых дрожжей и тростникового сахара привлекает к ним божьих коровок и сирфид. В результате обработок численность этих наиболее активных истребителей тлей достоверно возрастает. Такие обработки рекомендуется проводить несколько раз за сезон.

Сирфид, златоглазок и божьих коровок удается привлекать не только дрожжевыми экстрактами. Они охотно слетаются на участки, которые опрыскивают искусственной падью (помимо сахарозы для этих целей подходят и водные растворы любых углеводов) и при этом откладывают яйца. Численность их возрастает настолько, что на обработанных участках они полностью подавляют тлей и мелких чешуекрылых.

Высокая стоимость такого приема, к сожалению, не позволяет применять его на значительных площадях. Но в наиболее ценных насаждениях, культурах или питомниках он может оказаться вполне приемлемым и позволит отказаться от химических обработок против сосущих и ряда листогрызущих вредителей.

Для многих взрослых энтомофагов (особенно для паразитических видов) важным источником питания — цветущие растения. По характеру развития яиц паразитические перепончатокрылые делятся на две группы: *проовигенные* и *синовигенные*. У первых оогенез практически заканчивается перед началом откладки яиц; количество яиц, которое они отложат, предопределено характером личиночного питания. У синовигенных формирование и откладка яиц делятся на протяжении всей имагинальной жизни. Для полной реализации потенциальной плодовитости группе синовигенных необходимо дополнительное углеводное и белковое питание. Наиболее обычный его источник — цветочный нектар. Этим целям служит также пыльца, богатая белками, витаминами и гормонами. От углеводного корма зависит длительность жизни, в то время как белковая пища оказывает решающее влияние на плодовитость.

Трихограмма, лишенная дополнительного питания, откладывает в среднем 60 яиц, а подкормленная медом — вдвое больше. При питании нектаром продолжительность жизни некоторых паразитов горностаевой моли (например, *Agoniaspis fuscicollis*) значительно возрастает, а половая продуктивность их повышается в 20—25 раз.

Привлекаемые нектаром и пыльцой, очень многие виды паразитов и хищников собираются на цветущих растениях и вблизи от них. Именно такая реакция полезных насекомых и заложена в

основу наиболее популярного приема по их привлечению. С этой целью искусственно создают целые участки или куртины медоносных растений, подсевая их в междурядья или оставляя на опушках и просеках. При этом стремятся, чтобы цветущие растения находились в биоценозе весь период, когда им угрожают вредители. Для этого создают так называемые нектароносные конвейеры. В отечественной и зарубежной литературе имеется множество рекомендаций по созданию таких «конвейеров». Единого рецепта для этого не существует: в каждой зоне, для каждой конкретной цели выбирают свой конвейер.

Привлечение энтомофагов таким методом давно и с успехом практикуется при защите сельскохозяйственных растений. Но все чаще его начинают применять и в лесном хозяйстве. Например, уже в начале XX в. при создании лесных культур на Великих равнинах американские лесоводы заботились об условиях сохранения и привлечения в них полезных обитателей здешних диких биоценозов. Повсеместно внутри культур высаживались и высевались цветущие кустарники, однолетние и многолетние травы, которые могли предоставлять корм и убежище для паразитических насекомых (М.Е.Дix, 1992). Подобные подходы, оказавшиеся весьма эффективными и экономически оправданными, в последующем стали применяться и во многих других странах.

На Украине на лесосеменных плантациях дуба черешчатого высевы эспарцета, полевой горчицы, петрушки, укропа, луков, подсолнечника, моркови, гречихи, пастернака, фацелии уже на второй год способствовали увеличению в 3,6 раза зараженности ихневмонидами желудевого долгоносика, который обычно повреждал здесь до 100 % желудей. Существенно возрастал при этом и видовой состав хищных насекомых; количество кокциnellид возросло с 4 до 12 видов (С.Г.Кобзева, 1990).

18.7. Внутривареальные переселения энтомофагов

Под внутривареальным переселением энтомофагов понимают массовые их переносы из мест, где они преобладают, в места, где они отсутствуют или редко встречаются. Бывает, что в пределах ареала вредителя имеются отдельные его популяции, в которых отсутствует тот или иной энтомофаг. В подобных случаях для восполнения энтомокомплекса сюда переселяют полезных членистоногих из региона, где они обильны.

Сравнительное изучение паразитов ряда лесных вредных насекомых в Великобритании и Центральной Европе показало, что на континенте их паразитокомплексы были в 2—3 раза богаче.

Обогащение «британской энтомофауны» за счет переселения отсутствовавших здесь энтомофагов одних и тех же вредителей (в пределах их единого ареала) дало ощутимый результат и было признано перспективным направлением лесозащиты.

В России известны популяции непарного шелкопряда, в которых отсутствует единственный в европейской части его ареала эффективный яйцеед — анастатус. В других же популяциях анастатус поражает значительную долю яиц вредителя, чем, несомненно, снижает его численность. Мера по внутривареальному переселению анастатуса может быть весьма эффективной и существенно воздействовать на уровень численности вредителя.

Во Франции был испытан прием защиты леса, основанный на перенесении пораженных паразитами особей вредителя из затухающих очагов в места, где численность его возрастала. При этом энтомологи не ограничивались лишь сбором в очаге зараженных особей вредителя, а разводили энтомофагов искусственно и затем выпускали там, где их плотность была еще низка. Из очагов *Diprion pini*, где яйца и зонимфы пилильщика были соответственно в сильной степени заражены хальцидой *Achrysocharella ruforum* и ихневмонидой *Pleolophus basizonus*, энтомофагов переносили во вновь возникающие очаги. В связи с этим преследовалась еще одна цель: быстрое восстановление полезной энтомофауны после ее гибели в результате проводившихся химических обработок (С. Geri, 1988).

В России делались робкие попытки переселения в европейскую часть дальневосточных кокциnellид для борьбы с листоедами (V.N. Kuznetsov, 1997). К сожалению, не получили завершения работы по внутривареальным переселениям теленомин — паразитов хвойных шелкопрядов. При огромном разнообразии в России природных условий исследования в этом направлении и разработка практических мероприятий могут стать эффективными.

18.8. Применение классического биометода (интродукция и акклиматизация энтомофагов)

Против лесных вредителей все чаще применяют интродуцированных энтомофагов. Это мероприятие используется главным образом против адвентивных (чужеземных) вредителей леса и носит название *классического биометода*. Типичная программа применения этого метода состоит из следующих этапов:

- идентификация вида-мишени и места его происхождения;
- рассмотрение всей информации о вредителе и его природных врагах;
- поиск природных врагов;

- оценка их эффективности как регулятора численности вредителя в месте происхождения;
- изучение биологии наиболее эффективных природных врагов;
- интродукция природных врагов и при необходимости их массовое разведение;
- карантинная обработка интродуцента, изучение пищевой специфичности в месте предполагаемого выпуска;
- выпуск природных врагов в новые условия обитания;
- мониторинг формирования и распространения популяции интродуцента;
- оценка успешности интродукции.

Классический биометод чаще применяют против адвентивных видов, которые в пределах своего нового ареала достигают высокой численности из-за отсутствия здесь специализированных врагов. Есть примеры успешного использования метода и против аборигенных в данной местности видов (например, интродукция и акклиматизация в европейской части России *Ooencyrtus kuwanae* — паразита яиц непарного шелкопряда из Северной Кореи) (С. С. Ижевский, О. Г. Волков, 1995).

Доля адвентивных вредителей леса особенно высока на североамериканском континенте. На протяжении длительного времени различными путями из Палеарктики и других зоогеографических областей сюда заносились многочисленные вредители растений, в том числе лесных пород. В Северной Америке обосновалось около 2 000 экзотических (иноземных) видов растительноядных насекомых и клещей (К. С. Kim, В. А. McPheron, 1993; W. J. Mattson et al., 1994). Американские и канадские энтомологи давно и успешно применяют против них классический биометод (Т. Д. Luckey, 1968; Е. Р. Hain, 1988). Результаты этих усилий обобщены в ряде аннотированных списков и обзоров (L. Knutson et al., 1990; Van Driesche et al., 1996).

Приведем некоторые примеры удачного осуществления программ классического биометода.

В Канаде классический биометод успешно применен против многих лесных вредителей: *Rhyacionia buoliana*, *Coleophora laricella*, *Pristiphora erichsonii*, *P. geniculata*, *Leucoma salicis* и *Operophtera brumata* (М. А. Hulme, 1988). Успешными оказались несколько последних американских программ. В конце XX в. североамериканской тсуги (*Tsuga canadensis*) стали вредить щитовки, занесенные в США из Японии. Химические меры борьбы не давали результатов. Были предприняты активные поиски энтомофагов этих щитовок на их родине. Интродукция и акклиматизация наиболее активных видов позволила добиться значительного сокращения плотности заселения деревьев чужеземными вредителями (М. С. McClure, 1988). Успешной оказалась еще одна програм-

ма: интродукция из Японии кокциnellид, сирфид, галлиц, златоглазок и хищных клещей — врагов хермеса (*Adelges tsugae*), также занесенного ранее в США. В результате деятельности нескольких обосновавшихся интродуцированных энтомофагов смертность хермеса резко возросла и стала достигать 95 % (М. С. McClure, 1995). Против занесенного в Калифорнию из Европы ильмового листодея, который стал основным вредителем вязов в пригородных лесах Соединенных Штатов, была предпринята интродукция яйцеда *Tetrastichus gallerucae*. Завезенные особи пережили зиму и успешно обосновались (D. L. Dahlsten et al., 1994).

В лесах Европы фактов успешного применения интродуцированных энтомофагов значительно меньше, в основном потому, что здесь существенно меньше чужеземных вредителей леса.

Одна из последних успешных программ была связана с интродукцией во Францию хищника *Pauesia cedrobii* из Марокко против основного вредителя кедров — тли *Cedrobium laportei* (A. Fraval, 1994).

Прекрасные результаты дала интродукция во Францию и Великобританию хищника *Rhizophagus grandis* против широко распространившегося вредителя хвойных пород лубоеда *Dendroctonus micans*. В ряде районов уже около 80 % вредителя уничтожается интродуцированным ризофагусом (A. Averbeke, J. C. Gregoire, 1995; N. J. Fielding, 1992).

Отнюдь не все программы интродукции оканчиваются полным успехом. Часть из них, хотя и завершается акклиматизацией завозимого вида (видов), обеспечивает лишь частичный успех. Нередко подобные программы оканчиваются полной неудачей. Во многих случаях причины этого не установлены. В частности, американские энтомологи, интродуцировавшие свыше 80 видов энтомофагов непарного шелкопряда, из которых более 10 обосновались, до сих пор не могут сказать, что добились ожидаемого результата. Непарный шелкопряд остается в Америке первостепенным вредителем лесов на обширных заселенных им пространствах. Существует мнение, что основная причина неудачи — отсутствие в неарктической энтомофауне необходимых для большинства завозимых энтомофагов непарного шелкопряда альтернативных хозяев, на которых интродуценты могли переживать периоды депрессии непарного шелкопряда (М. Е. Montgomery, W. E. Wallner, 1988).

Может показаться, что для отечественной защиты леса классический биометод не представляет интереса, поскольку в нашей лесной энтомофауне практически отсутствуют иноземные вредители. Известно лишь несколько видов тлей и кокцид, повреждающих экзотические хвойные и лиственные породы (хермес дугласовой пихты, хермес веймутовой сосны, американская белая бабочка). Однако это не так. Классический биометод вполне может оказаться приемлемым и дать результат на территории России. Большое количество островных лесов позволяет рассматри-

вать их в качестве своеобразных островов, где применение программ классического биометода наиболее перспективно. Лесные массивы, оторванные от основного ареала материнской породы, всегда имеют обедненный состав энтомофауны. И в случае заноса сюда отсутствующего растительноядного вида он может быстро увеличить свою численность и проявить повышенную вредность. В такой ситуации интродукция его природных врагов из зоны массового распространения сможет оказаться весьма действенной мерой.

Следует также подчеркнуть, что классический биометод может с успехом использоваться не только против чужеземных, но и против аборигенных вредителей леса (K. Carl, 1982).

18.9. Применение энтомофагов методом колонизации

Методом колонизации называют выпуски в биоценоз, заселенный вредителем, предварительно накопленных тем или иным способом его энтомофагов. Метод подразделяют на *сезонную колонизацию* и «*наводнение*». При сезонной колонизации энтомофагов расчет делается на их самостоятельное расселение и на полезную деятельность как непосредственно выпущенных особей, так и особей дочерних поколений. Метод «наводнения» рассчитан на непосредственный эффект от выпуска предварительно разведенных в искусственных условиях энтомофагов (в последнем случае энтомофага принято называть «живым инсектицидом»).

Из-за высокой стоимости метод колонизации экономически целесообразен преимущественно при защите сельскохозяйственных культур и главным образом в теплицах. Хотя все чаще он находит применение и в наиболее ценных лесных насаждениях: питомниках, лесополосах, лесопарках, лесных культурах.

При методах сезонной колонизации или наводнения могут использоваться как местные, так и интродуцированные энтомофаги. В обоих случаях возникает необходимость предварительного их массового разведения. Более других для этих целей подходят паразитические виды, разводить которых удастся на дешевом альтернативном корме. Один из первых энтомофагов, для которого была разработана удачная методика разведения, — яйцеед трихограмма (*Trichogramma*). Трихограмму, способную заражать яйца многих вредных насекомых, разводят на яйцах зерновой моли-ситотроги в специально создаваемых для этих целей биофабриках. Полученных яйцеедов тем или иным способом вносят в защищаемый ценоз, где они поражают яйца вида-мишени.

Из-за своей высокой стоимости метод колонизации применим лишь в тех случаях, когда неэффективны все иные способы подавления вредителя. В Канаде (Южный Онтарио) трихограмму (*T. minutum*) применяли в дубовых лесах против шелкопряда *Malacosoma disstria*, обладавшего высокой устойчивостью к пестицидам. Трихограмма поражала до 72,7 % яиц (S. M. Smith, K. B. Strom, 1993). Во французских Альпах трихограмму выпускали против *Lasiomma melania* — мухи, повреждающей шишки лиственницы (A. Roques, 1988).

На огромных площадях трихограмму выпускают в Китае для защиты хвойных насаждений от шелкопрядов. Для этого здесь пришлось разработать методику массового разведения паразита на искусственных яйцах, которые получают путем капсулирования искусственной питательной среды.

Методом колонизации в лесах начинают использовать и других паразитических и даже хищных насекомых. В Бразилии против комплекса листогрызущих вредителей эвкалиптов были выпущены хищные клопы, размножившиеся в специально созданных лабораториях и хорошо выполнявшие свою функцию (J. C. Zanuncio et al., 1994). Большого успеха удалось достичь в Новой Зеландии, где против пилильщика, личинки которого на 80 % уничтожали листву эвкалиптов, выпускали личиночного паразита — бракониды. В результате массовой колонизации насаждений удалось полностью справиться с вредителем (W. Faulds, 1992). В Израиле разработана методика массового разведения *Ooencyrtus pityocampae* — наиболее обычного яйцееда соснового походного шелкопряда (*Thaumetopoea wilkinsoni*) (J. Halperin, 1990).

Перечень энтомофагов, пригодных для использования в лесах методом колонизации, постоянно возрастает. Проводится их всесторонняя оценка, разрабатываются приемы массового разведения и выпусков.

Лесопатологами ряда стран рассматривается возможность использования энтомофагов методом колонизации в борьбе со стволовыми вредителями.

Наряду с членистоногими в биологической защите леса все чаще стали использовать энтомофильных нематод. Это направление биометода занимает как бы промежуточное положение между использованием паразитических и хищных насекомых и патогенных микроорганизмов. Приведем несколько примеров.

Еловый пилильщик-ткач (*Cephalcia abietis*) в последнее десятилетие стал опасным вредителем лесов в Средней и Южной Европе. Питающиеся личинки образуют плотные паутиные гнезда, что делает обработку пестицидами малоэффективной. В процессе изучения пилильщика было обнаружено, что в его диапаузирующих личинках, находящихся в почве, часто развивается нематода *Steinernema kraussei*. В Германии была разработана методика массового получения нематод, водной суспензией которых опрыскивали кроны заселенных деревьев и

приствольные участки почвы. Первый способ обработки оказался более эффективным. Препятствием для широкого внедрения этого приема пока служит высокая стоимость разведения нематод (P. Fischer, 1992).

В Германии энтомофильные нематоды испытывались в лесах и против жесткокрылых. Нематоды заражали некоторых представителей семейств Carabidae, Staphylinidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Elateridae (U. Koch, H. Bathon, 1993).

18.10. Муравьи и методы их использования в лесном хозяйстве

18.10.1. Общая характеристика муравьев

Наибольшую роль в лесу, прежде всего как хищные насекомые, выполняют лесные муравьи.

Муравьи (надсемейство Formicidae, семейство Formicidae) относятся к отряду перепончатокрылые насекомые (Hymenoptera). На настоящее время описано около 10 000 видов муравьев, относящихся к 296 родам и 15 подсемействам. Муравьи заселяют все континенты Земли, кроме Антарктиды. Наибольшее число видов муравьев обитает в Южной Америке — почти 2 500. В Африке насчитывается около 2 000, в Северной Америке — 1 200 видов. В Азии обитают 2 400, в Европе — 600, в Австралии и Океании — около 1 300 видов муравьев. Представители четырех подсемейств — Formicinae, Myrmicinae, Dolichoderinae, Ponerinae — встречаются на территории России.

Муравьи — эусоциальные (истинно социальные) насекомые. Одиночных муравьев нет. Все они живут многолетними общинами — семьями. Семья муравьев — многолетнее, жестко организованное сообщество, состоящее из репродуктивных (*самцов*, *самок*) и *рабочих* особей. Кроме муравьев, к эусоциальным насекомым относятся *термиты* (Isoptera), а также часть родственных муравьям по отряду перепончатокрылых пчел (например, *медоносная пчела* — *Apis mellifera*) и ос (например, *бумажная оса* — *Paravespula germanica*).

Муравьи как группа — исконно лесные жители. И именно лес, наиболее мощная растительная формация суши, предоставляет муравьям несравнимые с другими природными сообществами условия для благополучного существования. Все виды муравьев с наиболее многочисленными семьями связаны с древесной растительностью. С лесом связано и наибольшее разнообразие муравьев — в отношении размеров и жизненных форм.

Семья муравьев. Состоит из особей трех основных каст — самцов, самок и рабочих (рис. 20).

Самцы муравьев *гаплоидные*, имеют 24 хромосомы и развиваются из неоплодотворенных яиц. В муравейнике они появляются обычно незадолго до брачного лета и после спаривания с самками погибают.

Самки и *рабочие* развиваются только из оплодотворенных яиц и поэтому *диплоидные*, т. е. имеют двойной набор хромосом — 48. Во время единственного в своей жизни брачного лета самка может спариваться с несколькими самцами, получая при этом огромный запас спермы, который хранится у нее в сперматеке и постепенно расходуется в течение всей последующей жизни. Продолжительность жизни муравьиной самки максимальна для мира насекомых — до 20 лет. После спаривания самка сбрасывает крылья и либо ее принимают в уже существующий муравейник, либо она основывает новую семью. В семье может быть различное чис-

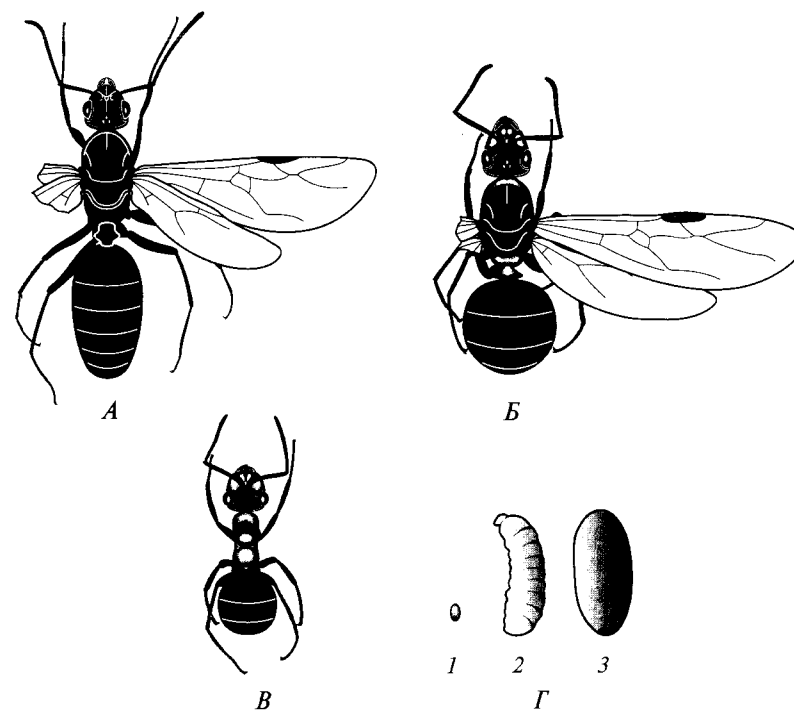


Рис. 20. Основные касты (А — самец; Б — самка; В — рабочий) и фазы развития (Г) рыжих лесных муравьев:

1 — яйцо; 2 — личинка; 3 — куколка в коконе

до *яйцекладущих самок* — от одной до нескольких сотен. Если самка одна, то муравейник *моногинный*, если много, то, соответственно, *полигинный*. Полигинные семьи могут иметь в своем составе десятки и сотни яйцекладущих самок. С числом яйцекладущих самок связаны многие особенности жизни муравьиной общины, но для большинства муравьев этот признак не является видовым.

Рабочие особи, или просто *рабочие*, у муравьев — это физиологически недоразвитые бескрылые самки. Рабочие составляют подавляющее большинство населения муравейника и выполняют разнообразные функции, связанные с обеспечением жизни семьи. Они строят и охраняют гнездо, обеспечивают муравейник пищей, чистят и кормят самок и расплод, охраняют кормовой участок, обеспечивают вылет крылатых и т.д. Численность рабочих в семье муравьев различна — от нескольких десятков до сотен тысяч и даже 10—15 млн. Продолжительность жизни рабочих муравьев 4—7 лет.

Молодые особи сначала функционируют как *внутригнездовые рабочие*: ухаживают за самкой (*свита самки*), расплодом (*няньки*) и другими рабочими (*группы*), чистят и ремонтируют камеры и ходы. Затем они переходят в *резервную группу*, а оттуда во *внегнездовые рабочие* — *строители, санитары или фуражиры*. Выделяют два типа фуражиров — активные и пассивные. *Активные фуражиры* могут действовать на территории поодиночке, ведут разведку и охотятся на определенных участках. *Пассивные фуражиры* поиска не ведут и либо задействованы в различных работах по мобилизации активными фуражирами, либо выполняют однообразные задачи в определенном месте. У большинства наших лесных муравьев активные фуражиры являются *охотниками*, а пассивные — *сборщиками пади*. Охотники-ветераны переходят в группу *муравьев-наблюдателей*, находящихся на куполе гнезда и мобилизующих других рабочих при возникновении угрозы гнезду. *Сборщики пади* собирают падь тлей и приносят ее в гнездо. Они, как правило, привязаны к дороге, ведущей от гнезда к колонии тлей. В муравейнике поддерживается определенное соотношение рабочих разных функциональных групп. Летом около 13 % рабочих являются фуражирами, 30 % состоят в резервной группе, до 8 % занято в обычных условиях строительством и внешним ремонтом гнезда. Остальные выполняют внутригнездовые функции.

В семье репродуктивная и бесплодная касты формируют *две сферы функционирования*: репродуктивную и сферу обеспечения (А.А. Захаров, 1991). *Репродуктивная сфера* (яйцекладущие самки, молодь, юные рабочие) выполняет роль «физиологического центра» (центров), определяя направление энергетического по-

тока. *Сфера обеспечения* включает функционально активных рабочих, определяя направление информационного потока в системе. Каждая сфера имеет автономную поведенческую структуру и выступает по отношению к другой как внешний фактор управления. Сферы находятся в динамическом равновесии, т.е. реализуемая продуктивность самок соответствует численности рабочих в период выведения расплода.

Регуляция состава семьи муравьев. В первую очередь осуществляется регуляция состава семьи, направления развития и числа личинок. При избытке в семье личинок самцов «лишних» гаплоидных личинок просто съедают. Присутствие яйцекладущих самок сдерживает, а при малочисленности рабочих и подавляет развитие крылатых особей. С другой стороны, если в гнезде большое число личинок, то это снижает плодовитость самок. При нехватке пищи для всех имеющихся в гнезде личинок муравьи сначала дорастивают тех из них, которые могут раньше окуклиться. Распределение рабочих по функциональным группам регулируется путем пополнения этих групп из числа молодых особей или из резервной группы.

Регуляция рабочей деятельности семьи. Она основана на взаимной стимуляции к определенной деятельности и координации действий. Специальные выделения желез самок и расплода стимулируют рабочих к уходу за ними. При индивидуальных контактах рабочие стимулируют партнера передачей пищи, *тактильными сигналами* с помощью антенн (*антеннальный код*) и щупиков, увлечением примером. При угрозе гнезду муравей-наблюдатель выделяет *феромон тревоги* и рабочие на поверхности гнезда принимают оборонительную позу. Оставленные разведчиком *следовые феромоны* обеспечивают приход к добыче других фуражиров. На территории используется «язык поз» (*кинопсис*) — реакция на определенные позы фуражира, отражающие его состояние и ситуацию, в которой он оказался.

Типы питания муравьев. Все муравьи имеют смешанное питание. Личинок они выкармливают белковой пищей, а сами потребляют в основном углеводы. Источник белковой пищи — различные беспозвоночные, главным образом насекомые, которых муравьи добывают, охотясь на живую добычу (*зоофагия, энтомофагия*) или собирая трупы (*некрофагия*). Чистых *зоофагов* среди муравьев практически нет, почти все они поедают и мертвую добычу, т.е. являются *зоонекрофагами*. Небольшую часть белкового рациона лесных муравьев составляют семена растений (*карпофагия*) и грибы (*мицетофагия*).

Углеводы муравьи получают от выделяющих падь насекомых (тли, щитовки, кокциды, цикадки) или же из сока растений. Связь муравьев с такими насекомыми называется *трофобиозом*, а виды

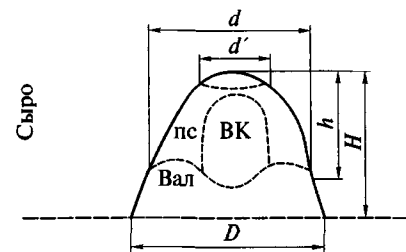
муравьев, имеющие развитые формы трофобиоза, — *трофобионтами*. Для ряда муравьев умеренной зоны углеводы имеют большое значение не только как пища, но и как энергоноситель, способствующий поддержанию в гнезде оптимального температурного режима. Соотношение белковой и углеводной пищи зависит от состояния семьи: в диете растущей семьи выше процент белковой, а стареющей — углеводной пищи.

Трофаллакис и пищевые запасы муравейника. Принесенная фуражирами в гнездо пища распределяется между членами общины путем обмена пищей, или трофаллакиса, который охватывает всех членов семьи. При этом основной поток белковой пищи направлен в сторону самок и расплода, а углеводная употребляется рабочими. Вместе с пищей по пищевым цепям муравьи передают и выделения своих желез, что служит информацией о составе и состоянии общины. Пищевой поток — главная основа целостности муравьиной общины.

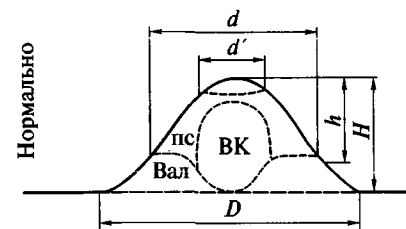
Летом часть жидкой пищи накапливается в зобиках рабочих на случай плохой погоды. На зиму рабочие муравьи запасают пищу в жировых телах. Источником жира служит сахар, получаемый муравьями из пади и перерабатываемый биохимическим путем в жир. Вес жирового тела одного зимующего рабочего *Formica* — около 4 мг, т. е. муравейник с миллионным населением имеет 4 кг жировых запасов. Этого достаточно не только для самой зимовки, но и для весеннего разогрева гнезда и выкармливания первого весеннего поколения расплода.

Гнездо. Это место отдыха и основных контактов всех жителей муравейника, место их зимовки, защищающее муравьев от непогоды и врагов. Здесь находятся яйцекладущие самки и выращивается расплод. Гнездо — результат совместной деятельности муравьев, предмет их совместных постоянных забот и защиты и наряду с пищевым потоком выполняет важнейшую функцию объединения семьи.

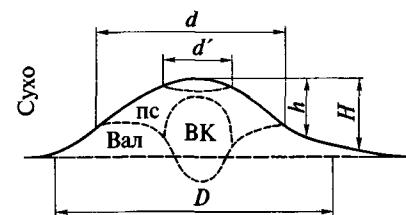
Гнезда муравьев различаются по своей конструкции, размерам, месту и субстрату поселения (рис. 21). Самое простое — *поверхностное гнездо*, состоящее из одной или нескольких камер, расположенных под камнем, деревяшкой, опавшими листьями или в поверхностном слое почвы. С увеличением размеров семьи муравьи начинают строить *секционные гнезда*, включающие один вертикальный ход и камеры, расположенные вдоль него этажами. Секция и численность ее населения стандартны для вида в конкретных условиях, поэтому по мере роста семьи муравьи строят дополнительные секции. Более сложно устроено *гнездо-капсула*. Оно представляет собой насыщенный камерами купол из почвы или из растительных материалов, где у муравьев появляется возможность активно поддерживать температурный режим



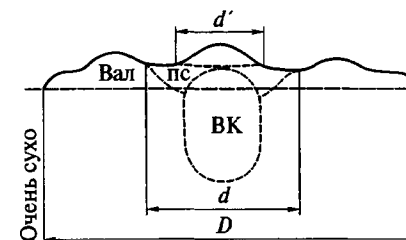
Гнездо со скрытым валом. На сырых почвах. Дно кратера, образуемого гнездовым валом, приподнято над уровнем поверхности почвы. Нижняя часть гнезда (высотой до 50—60 см) имеет почти цилиндрическую форму и быстро зарастает. Поверхностных выбросов почвы почти нет.



Гнездо с внешним валом. На свежих лесных почвах. Дно кратера, образуемого гнездовым валом, находится на уровне поверхности почвы. Гнездо имеет выраженный внешний вал из вынесенной на поверхность почвы. Ширина вала у неповрежденных гнезд до половины диаметра купола. К осени на валу и за внешней границей вала появляется широкая кайма свежих выбросов почвы: муравьи готовят зимовочные камеры.



Гнездо с внешним валом. На хорошо прогреваемых почвах. Дно кратера, образуемого гнездовым валом, опущено ниже уровня поверхности. Вал широкий от половины до полного диаметра купола. Гнездо невысокое.



Погруженное гнездо с внешним валом. На сухих песчаных почвах собственно гнездо почти полностью находится под землей. Внутренний конус опущен до глубины 1—1,5 м. Ширина вала больше диаметра купола. Поверхность внутри валового кольца плоская, с невысоким куполом над внутренним конусом.

Рис. 21. Конструкция гнезд рыжих лесных муравьев на почвах с различным режимом увлажнения и схемы измерения внешних параметров муравейников:

D — диаметр гнездового вала; d — диаметр наземного купола; d' — диаметр внутреннего конуса; h — высота купола гнезда; H — общая высота гнезда; пс — покровный слой купола; ВК — внутренний конус гнезда

(+26...+28 °С) в период выращивания молоди. Это достигается взаимодействием трех форм поведения муравьев: 1) регуляцией количества поступающего в гнездо тепла; 2) аккумуляцией солнечного тепла; 3) выделением самими муравьями физиологического тепла. Изменяя форму купола, муравьи регулируют количество поступающей солнечной энергии. На открытых местах купол гнезда более плоский, в тени — высокий (Г. М. Длусский, 1967; В. К. Дмитриенко, Е. С. Петренко, 1976). В различных биотопах рыжие лесные муравьи изменяют конструкцию своего гнезда, меняя местоположение внутреннего конуса относительно уровня поверхности почвы. В оптимальных для вида условиях он лежит на уровне поверхности почвы, в сырых местах приподнят над этим уровнем, а в сухих — частично или полностью погружен в почву (А. А. Захаров, 1974). Соответственно меняются общий профиль гнезда, соотношение его частей, ширина гнездового вала.

Кормовой участок. Кормовой участок (КУ) — это территория, на которой муравьи добывают пищу. На кормовом участке муравьи охотятся, собирают семена и сок растений, пасут на побегах и корнях растений насекомых, выделяющих падь. Есть два типа эксплуатации КУ муравьями, два типа *фуражировки*: 1) массовая мобилизация; 2) общее вторичное деление территории. При *мобилизационной системе* на КУ постоянно присутствует небольшая часть (2—5 %) фуражиров — *разведчики*. Они отыскивают добычу и мобилизуют на нее пассивных фуражиров, которые могут находиться в гнезде или на дороге. Массовая мобилизация позволяет быстро собрать в нужной части КУ рабочих, необходимых для овладения крупным источником пищи. Мобилизацию используют муравьи *Lasius*, *Myrmica*, *Leptothorax*, *Tetramorium*.

Общее вторичное деление территории связано с постоянным присутствием на КУ семьи большого числа муравьев-охотников, имеющих *индивидуальные поисковые участки*. При появлении на КУ крупной добычи посредством кинописца активируются охотники и возрастает общая плотность фуражиров на КУ.

Групповые охота и транспортировка добычи. Групповая охота и совместная транспортировка добычи среди насекомых развиты только у муравьев, позволяя овладевать крупной добычей, недоступной одиночному охотнику, и расширяя размерный диапазон жертв и кормовую базу семьи.

Охраняемая территория. Небольшие семьи муравьев защищают только свое гнездо и его окрестности. КУ при этом перекрываются, а фуражиры охотятся на общей территории и конкурируют на ней за добычу. Виды с крупными семьями охраняют весь или большую часть своего КУ от других семей того же или конкурирующих видов. Между охраняемыми территориями семей (ОТС) формируются *нейтральные зоны*, не посещаемые фуражи-

рами из гнезд-конкурентов. ОТС всегда имеются у одиночных муравейников группы *Formica rufa*, *F. exsecta*, *F. pratensis*, *F. uralensis*, *L. fuliginosus*.

Дороги и тоннели. Это важные элементы структуры кормового участка. Дорога может быть временной или постоянной. *Временные дороги* возникают при массовых мобилизациях. *Постоянные дороги* ведут к колониями тлей и к постоянным охотничьим угольям. По своему назначению дороги могут быть кормовыми и обменными. *Кормовые дороги* ведут в зоны фуражировки. Они часто разветвляются, а если кормовая дорога охотничья, она заканчивается *зоной рассева*, так как охотничьи дороги формируются муравьями только при высокой *динамической плотности фуражиров*. Когда же на периферии КУ плотность фуражиров оказывается ниже критического уровня, дорога распадается, образуя зону рассева. Постоянные кормовые дороги могут сохраняться в течение десятков лет.

18.10.2. Структура семьи муравьев

Муравейник организован как многоуровневая иерархическая система, и его структура тем сложнее, чем больше его размеры. Описаны три уровня внутрисемейных структур: *клан*, *колонна*, *плеяда* (рис. 22).

Клан. Это первый структурный уровень, основанный на индивидуальном взаимодействии рабочих. Он имеет иерархическую структуру: в нем есть свои *особи-доминанты* и устойчивая система взаимодействия всех его членов. В маленькой семье (до 500 особей) всего один клан рабочих. Это *семья-клан*. В семье-клане обе сферы функционирования цельны.

Колонна. В семьях с тысячами рабочих муравьев формируются несколько кланов рабочих, разделенных функционально и пространственно, но объединенных единой репродуктивной сферой. Семья с несколькими кланами рабочих называется *семья-колонна*, или *одинарная семья*.

Плеяда. Дальнейший рост семьи ведет к появлению в муравейнике нескольких подсистем, эквивалентных одинарной семье — *колонн*. В каждой колонне своя репродуктивная сфера и несколько кланов рабочих. Семья из нескольких колонн формирует *семью-плеяду*. Плеяда обитает в *полисекционном муравейнике*, в каждой секции которого живет отдельная колонна. Гнездо рыжих лесных муравьев также представляет собой полисекционный муравейник, накрытый общим куполом. У каждой колонны свой сектор гнезда, свои кормовая дорога и прилегающий к ней охраняемый кормовой участок.

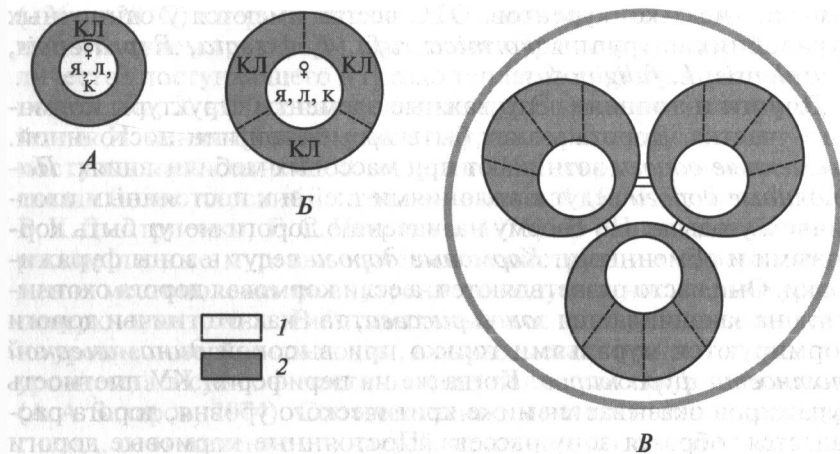


Рис. 22. Внутрисемейные структуры и развитие двух сфер функционирования у муравьев:

A — семья-клан; *B* — семья-колонна; *V* — семья-плеяда; 1 — репродуктивная сфера; 2 — сфера обеспечения; ♀ — яйцекладущие самки; я — яйца; л — личинки; к — куколки; КЛ — кланы рабочих

Колонны сопоставимы по размеру и ведут равные обмены особями по принципу «каждая с каждой». Между ними нет иерархии, т.е. плеяда является координационной системой колонн. Если одна из колонн вырастает непропорционально остальным, возможны два варианта устранения размерной асимметрии: 1) наиболее мощная колонна делится пополам внутри плеяды, что увеличивает число колонн в гнезде; 2) колонна выделяет отводок, что означает переход к надсемейным структурам, к настоящей колонии. Семья-плеяда является коммунальной системой колонн, которые могут временно расселяться в разные гнезда, а затем объединяться вновь или полностью обособиться от исходной общины. Существование деградировавшей семьи-плеяды заканчивается ее спонтанным распадом.

Поликалия. Это одновременное обитание одной семьи в нескольких различных по своим функциям гнездах. Помимо постоянно обитаемых жилых гнезд, муравьи строят и временные, вспомогательные гнезда различного назначения: кормовые, расплодные, буферные. При поликалии одно гнездо становится основным, или центральным, и используется круглогодично, а остальные гнезда — только летом. Гнезда представляют собой как бы функциональные блоки одной системы и лишь вместе обеспечивают ее успешную жизнедеятельность. Поликалия может быть двух типов: простая поликалия и поликалия с расплодными гнездами.

Простая поликалия (ПЛК₁) представляет собой систему гнезд двух типов: одного *центрального* и небольших временных (*кормовых*) гнезд, населенных только рабочими особями. Кормовые гнезда используются для обеспечения семьи пищей. Яйцекладущая самка (или самки), весь расплод семьи и большая часть рабочих живут в центральном гнезде. ПЛК₁ наблюдается у большинства видов, включая *Formica sp.*, муравьев-жнецов *Messor*, *Myrmica ruginodis* и др.

Поликалия с расплодными гнездами (ПЛК₂) представляет собой систему гнезд трех типов: центрального, расплодных и кормовых. Между центральным и кормовыми гнездами сооружаются *расплодные гнезда*, где муравьи выращивают личинок 2—4-го возрастов, происходит окукливание личинок и выплод имаго. Теперь, хотя и временно, частично разделены уже обе сферы функционирования, а семья представляет собой единое целое с дифференциацией функций не только групп особей, но и гнезд. ПЛК₂ реализуют многие муравьи наших лесов, такие как *Lasius flavus*, *L. niger*, *Camponotus*, *Myrmica rubra*.

Помимо расплодных и кормовых гнезд муравьи на периферии больших кормовых участков строят небольшие убежища (павильоны) для фуражиров, а также специальные помещения для корневых тлей и других насекомых-трофобионтов. Такие убежища не рассматриваются как проявление поликалии.

Полидомия. Это поочередное заселение одной семьей специальных летних и зимних (зимовочных) гнезд. Муравьи используют полидомию как разные среды обитания. При этом и зимнее и летнее гнезда расположены в пределах КУ семьи. Пустующее летом зимнее гнездо законсервировано, но регулярно посещается и охраняется муравьями. Осенью, в ходе переселения в зимнее гнездо, муравьи тщательно закрывают летнее. Полидомия имеется у *F.truncorum* и *F.sanguinea*, *F.uralensis*.

Способы структурных перестроений в муравейнике. Известны несколько способов основания новых семей у муравьев: а) самостоятельное основание семьи самками-основательницами; б) основание семьи путем временного социального паразитизма; в) образование новых муравейников путем деления материнской общины, или *социотомия*; г) прием в расплодное гнездо оплодотворенной самки.

В норме рост муравейника происходит как непрерывный процесс, тогда как структурные перестроения носят выраженный дискретный характер. Функция таких перестроений заключается в приведении структуры социума в соответствие с его размерами и состоянием. При достижении предельных размеров каждая из структур останавливается в росте либо должна делиться. Описаны три способа социотомии у муравьев: бинарное деление, почкование и фрагментация (рис. 23).

Бинарное деление — деление социума пополам, являющееся основным способом увеличения числа внутрисемейных структур (кланов в одинарной семье, кланов и колонн в плеяде). При бинарном делении вторичные структуры целиком формируются за счет потенциала, накопленного в исходной общине. Путем бинарного деления семьи-клана в течение нескольких часов образуются две независимые вторичные семьи. Бинарное деление одинарной семьи ведет к возникновению эфе-

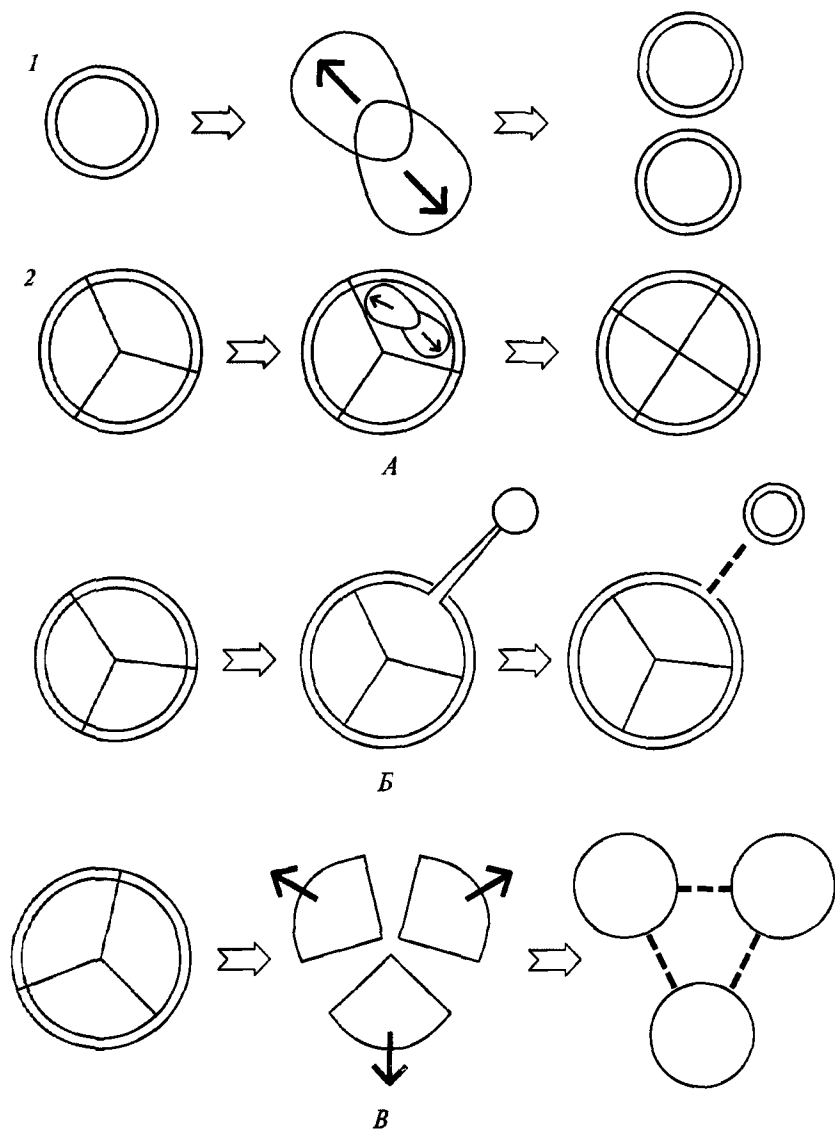


Рис. 23. Основные способы социотомии у муравьев:

А — бинарное деление (1 — одинарная семья; 2 — плеяда); *Б* — почкование; *В* — фрагментация.

Кружками обозначены семьи муравьев. Секторы внутри круга соответствуют занимающим их колоннам. Черными стрелками показаны направления переселения. Пунктирные линии — обменные дороги

мерной колонии с последующим обособлением сформированных семей. Бинарного деления плеяды уже не происходит, но община может расти как единое целое за счет увеличения в ней числа кланов и колонн.

Почкование — образование нового социума выделением из гнезда небольшой части общины (*отводка*). В отличие от бинарного деления дальнейший рост отводка идет в основном за счет собственных ресурсов. Отводки сооружаются на дорогах материнского муравейника, нередко на месте кормовых гнезд. При колонизации новых насаждений отводок выселяется как можно дальше, до 200 м от материнского гнезда.

Фрагментация семьи — дезинтеграция семьи на части, соответствующие уже имеющимся в ней подсистемам, которые сохраняют в процессе социотомии свою организованность и целостность. При этом общее число структурных элементов внутрисемейного уровня не меняется. Кроме того, фрагментация активных семей — процесс обратимый: после дезинтеграции обычно следует частичная или полная реинтеграция системы, чему способствует сохранение связей между гнездами — *фрагментами*.

Для многих муравьев характерен не только семейный, но и надсемейный уровень организации, т. е. объединение в одной системе нескольких жилых постоянных муравейников. Надсемейные структуры могут быть временными и постоянными.

Временные надсемейные структуры. Выделяют следующие типы временных надсемейных структур: эфемерная колония, настоящая колония, квазиколония, квазифедерация. Каждая из колоний — это субординационная (иерархическая) монодоминантная система. В ней есть один взрослый материнский (или первичный) муравейник и один или несколько отводков. Характер отношений семей в колонии определяются соотношением их размеров. Так как отводок исходно много меньше материнской семьи, последняя доминирует в колонии.

Эфемерная колония (КЭ) — временное надсемейное образование, возникающее в процессе бинарного деления одинарной семьи. Такая колония включает всегда лишь два гнезда: *первичное* и *вторичное*. Гнезда связаны обменной дорогой, существующей в течение времени, необходимого для строительства второго гнезда (от 0,5 до 2 месяцев). Процесс завершается выравниванием семей по численности и их полным обособлением. КЭ описаны у муравьев родов *Messor* и *Cataglyphis*.

Настоящая колония (КН) — временное, возникающее в результате почкования объединение материнской и дочерних семей, поддерживающих лояльные отношения регулярными обменами. Отпочковавшаяся часть — отводок — еще не скоро утратит связь с материнским муравейником. Между ними от одного месяца до нескольких лет идет обмен личинками, куколками рабочих, внутригнездовыми рабочими и даже яйцекладущими самками.

Структура колонии — продолжение структуры материнского муравейника (рис. 24): отводки располагаются вдоль (или в продолжение) радиальных дорог материнского муравейника и имеют связи только через это гнездо. Кормовые дороги в колонии не перескаются. Родство

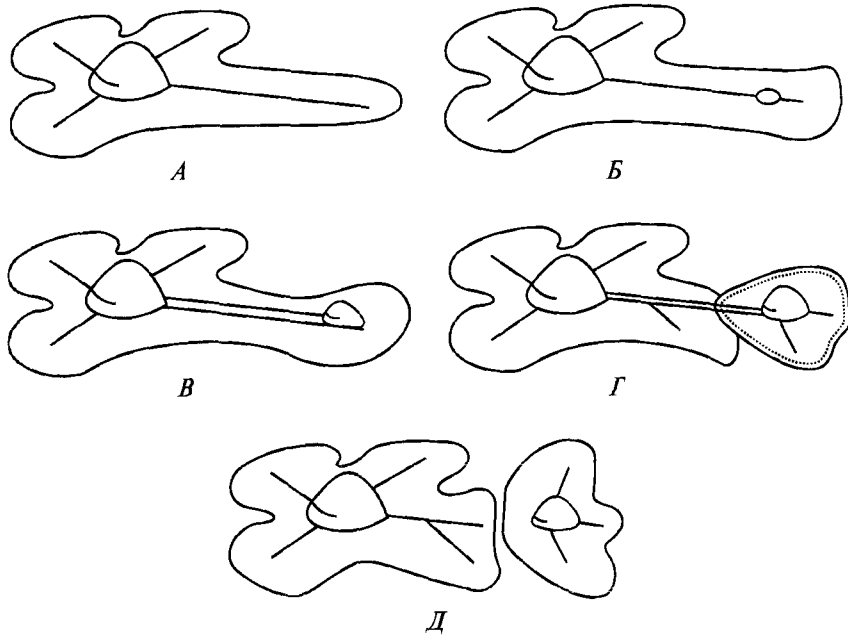


Рис. 24. Этапы выделения отводка и образования колонии у рыжих лесных муравьев:

А — взрослый муравейник с неравномерным развитием колонн; *Б* — сезонное кормовое гнездо по мощной кормовой дороге взрослого муравейника; *В* — выделение отводка, связанного с материнским гнездом обменной дорогой; *Г* — увеличение кормового участка отводка, ослабление обменной дороги; *Д* — обособление выросшего отводка, прекращение регулярных обменов между гнездами

муравьи определяют по запаху. Изначально запах материнского гнезда и отводка один и тот же. С ростом отводка их запахи начинают отличаться из-за разных самок, различий в местах обитания, стройматериала, питания. Эти различия сглаживаются обменами, но интенсивность обменов в колонии недостаточна для этого. Поэтому отчуждение семей постепенно нарастает, что и приводит к выходу отводка из колонии. Это происходит тем раньше, чем сильнее различаются места обитания гнезд. Настоящие колонии представляют собой эффективный механизм формирования новых жизнеспособных муравейников и обеспечивают возникновение крупных комплексов гнезд. Однако такие комплексы развиваются стихийно, так как обособленные муравейники-доминанты могут регулировать структуру и плотность поселения только в пределах собственных колоний. В результате этого возникает угроза перенаселения и вырождения поселений.

Квазиколония (ККН) — временное объединение первичных и вторичных муравейников, возникающее в результате повреждения и/или

фрагментации исходных гнезд. При фрагментации активных муравейников между вторичными гнездами — *фрагментами* — обычно сохраняются обменные дороги, что и делает возможным их последующую реинтеграцию. Возникающая при этом временная надсемейная структура — *квазиколония* — существует до завершения процесса реинтеграции. Схема связей в ККН имеет различную конфигурацию в зависимости от числа и свойств входящих в нее муравейников.

При искусственных переселениях рыжих лесных муравьев между искусственными отводками также устанавливаются связи и складываются временные надсемейные структуры, которые формируются и трансформируются по сценарию квазиколоний. Для квазиколоний существует потенциальная возможность длительного сохранения сложившейся системы или ее части. Система должна состоять только из двух муравейников и поэтому получила название «диада».

Диада (ДД) — два равных по размерам и синхронно растущих муравейника, связанных устойчивыми в ряду лет интенсивными обменами. Гнезда могут находиться на общем валу исходного муравейника или же вне его, в нескольких метрах друг от друга. Максимальный зарегистрированный срок существования ДД у рыжих лесных муравьев — 15 лет. Ключевое условие сохранения ДД — синхронный рост обоих муравейников, нарушение которого заканчивается их слиянием в одном гнезде. При прекращении роста обоих членов ДД связь между ними обрывается.

Квазифедерация (КФВ) — объединение нескольких взрослых муравейников, спонтанно возникающее в периоды максимальной миграционной активности муравьев. Периодические обмены между активными муравейниками — обычное явление в их жизни. Обмены начинаются поздней весной и имеют пик активности в июне, в период разворачивания территориальной системы муравейников. В эти же сроки *Formica sp.* формируют отводки и вспомогательные гнезда. Второй пик обменной активности у рыжих лесных муравьев наступает осенью, после выведения последнего поколения рабочих. Сроки формирования КФВ у группы *Formica rufa* совпадают с периодами регулярных этапов летнего расселения и осеннего объединения в поселениях *Myrmica rubra*, *Formica exsecta*, *F. fusca*, *Lasius niger*. Устойчивость возникающих между муравейниками связей во многом зависит от числа участвующих в обменах гнезд и их состояния.

18.10.3. Постоянные надсемейные структуры

Федерация — постоянное полидоминантное надсемейное образование, состоящее из нескольких настоящих колоний (КН) и пляд или из нескольких поликалических семей (ПЛК₂), объединенных сетевой системой связей. Обязательное условие устойчивости объединения многих муравейников — существование в нем нескольких гнезд-доминантов. Чтобы доминанты не враждовали между собой, между ними строят буферные гнезда, через которые

(хотя бы на начальном этапе формирования системы) происходит обмен особями. В отличие от колонии обмен в федерации столь интенсивен, что выравнивает по запаху все входящие в нее муравейники. Каждый муравейник может иметь обменные связи с несколькими другими гнездами, и вся система в колонии из радиальной преобразуется в сетевую. В федерации исчезают охраняемые территории семей и колоний, муравьи всех гнезд защищают теперь только общую территорию федерации.

Первичная федерация (ФП) возникает в процессе саморазвития одинарной семьи по схеме: односекционное гнездо → простая поликалия → поликалия с расплодными гнездами → первичная федерация. Первичная федерация представляет собой объединение группы поликалических муравейников. Поселение разрастается в виде множества компактно расположенных секционных гнезд, внешне сливающихся в один муравейник с многочисленными выходами на поверхности почвы. Секции связаны дорогами и тоннелями, фуражиры из разных секций совместно используют общую охраняемую территорию. Первичная федерация — основная форма организации поселений красногрудого песчаного муравья *Formica imitans*, эффективно защищающего сосняки на песчаных почвах в западных областях России, в Белоруссии и Украине.

Вторичная федерация (ФВ) возникает в условиях перенаселения путем объединения быстрорастущих семей-плеяд или настоящих колоний. По мере роста муравейников и их числа, повышения плотности поселения и динамической плотности фуражиров на участке складывается ситуация постоянного противостояния каждого муравейника всем ближайшим соседям, что блокирует его нормальное функционирование. В этой критической ситуации ранее враждовавшие семьи могут объединиться в федерацию (рис. 25).

Формирование квазифедераций и федераций начинается сходным образом: между крупными муравейниками сооружаются буферные гнезда, через которые идет начальный обмен особями. В качестве буферных могут служить имеющиеся кормовые гнезда или небольшие отводки. Для формирования вторичной федерации система должна включать не менее 12 активных муравейников со средним $d_m = 1$ м или же 8 гнезд с $d_m \geq 1,2$ м. При меньшем числе гнезд система неустойчива и существует от 0,5 до 4 месяцев, т. е. останется временной надсемейной структурой — квазифедерацией. Для многолетнего устойчивого существования ФВ должна включать не менее 14—18 муравейников. При этом каждая колония сохраняет свою структуру, а гнезда-доминанты — свой статус.

Большинство лесных муравьев образуют новые семьи путем социотомии, что в оптимальных условиях открывает возможнос-

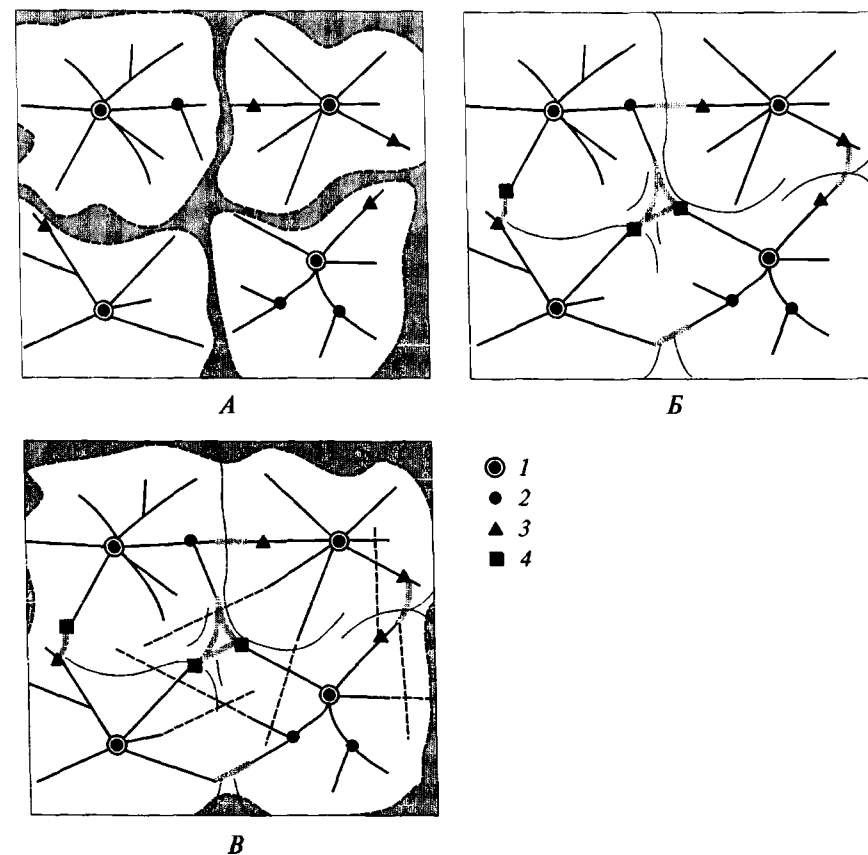


Рис. 25. Поэтапное формирование вторичной федерации у рыжих лесных муравьев:

А — исходные растущие колонии и одиночные муравейники с обособленными охраняемыми территориями в условиях локального переселения; Б — установление связи между крупными муравейниками через наибольшие отводки, кормовые и буферные гнезда; В — действующая федерация с сетевой системой дорог; 1 — крупные муравейники; 2 — отводки; 3 — кормовые гнезда; 4 — буферные гнезда

ти для быстрой колонизации насаждений и возникновению в пределах лесных массивов целых комплексов муравейников (К. Gösswald, 1978; А. А. Захаров, 1991).

Комплекс муравейников — это группа муравейников одного вида, кормовые участки которых, соприкасаясь, образуют территориальный континуум. Размеры комплекса могут варьировать. Для функционирования группировки муравейников как единого комплекса важен физический контакт муравейников путем обмен-

нов или территориального взаимодействия. В крупных комплексах, включающих сотни муравейников, формируются *субкомплексы* с различными тенденциями развития.

Муравьи разных видов осваивают насаждения по единой схеме: сначала заселяются оптимальные биотопы, где вырастают наиболее крупные и высокопродуктивные муравейники. Далее заселяются субоптимальные и даже субпессимальные участки, где темпы роста и вероятность выживания семей падают. При этом источниками расселения остаются муравейники оптимальных биотопов. При деградации комплекса идет обратный процесс: муравьи постепенно отступают в оптимальные биотопы, выступающие теперь уже как рефугиумы. Для выживания такой популяции важно сохранение муравейников именно в этих биотопах (А. А. Захаров, 1977; А. А. Захаров, Д. А. Калинин, 1998). Доля оптимальных для конкретного вида биотопов в общей территории комплекса невелика. Так, в комплексе гнезд *Formica aquilonia* (Московская область) оптимальные биотопы составляют лишь 11,24 % всей территории. Еще 9,97 % земель приходится на субоптимум, а остальные угодья пригодны лишь для кормовых гнезд и фуражировки (А. А. Захаров, А. Д. Саблин-Яворский, 1998). Поэтому в длительной перспективе выпадение, например, в результате антропогенного воздействия, даже части оптимальных биотопов может оказаться для обитающих в насаждении муравьев не менее губительным, чем прямое разрушение многих гнезд.

Различные вопросы, связанные с изучением, мониторингом состояния, использованием в защите леса или же охраной лесных муравьев, так или иначе неотделимы от исследований комплексов их гнезд. Выделение и выяснение состояния комплекса важно во многих отношениях: для определения его пригодности к использованию в качестве маточного, для взятия из гнезд искусственных отводков, оценки целесообразности тех или иных мероприятий по его сохранению.

На одной территории обычно живут муравьи нескольких видов. Они образуют *многовидовое сообщество муравьев (МСМ)*, в котором особи разных видов взаимодействуют на КУ, следуя при этом вполне определенным правилам. Структурной ячейкой МСМ в лесах умеренной зоны является *многовидовая ассоциация муравейников* (А. В. Демченко, 1979).

Многовидовая ассоциация муравейников (МАМ) — это жесткая, иерархически организованная система муравейников нескольких видов, обитающих на одной территории в едином времени суточной активности. Входящие в нее муравейники разных видов по своей роли делятся на *доминантные*, *субдоминантные* и *инфлюентные* (подчиненные) виды. При этом виды-доминан-

ты можно разделить на две группы: облигатные и факультативные.

Облигатный доминант — вид, который может участвовать в МАМ только как доминант и исчезает из сообщества, если не в состоянии удержаться в этом качестве. Такие виды имеют достаточно крупные муравейники. К облигатным доминантам относятся рыжие лесные муравьи, а также *Formica pratensis*, *F. truncorum*, *F. exsecta*, *Lasius fuliginosus*. Если в составе МАМ имеется облигатный доминант, ее называют *полной ассоциацией*, если таковой отсутствует, соответственно *неполной ассоциацией*.

Факультативный доминант — вид, играющий в полных ассоциациях роль субдоминанта, но при отсутствии в МАМ облигатного доминанта занимающий его место. Такие виды могут обитать в гнездах двух типов (секционных или капсулах), иметь или не иметь охраняемую территорию. Характерные представители этой группы — прыткий муравей *F. cunicularia* и садовые муравьи *L. niger* и *L. alienus*.

Субдоминант — вид, занимающий вторую иерархическую ступень в конкретной МАМ.

Инфлюент — вид, занимающий подчиненное место по отношению к доминанту и субдоминанту (если такой есть). В одной МАМ может быть несколько подчиненных (инфлюентных) видов.

Доминирующий в МАМ муравейник контролирует территорию и определяет распределение гнезд и фуражиров подчиненных видов, их численность и режим активности. Границы МАМ определяются границами ОТС доминирующего муравейника или группы таких муравейников. Доминирующая семья может направленно сокращать население в гнездах субдоминанта (Ж. Н. Резникова, 1998). Такая система возможна при низкой видовой плотности S_p (2—6 видов на 1 ар) с явным преимуществом одного вида по численности. С увеличением S_p схемы организации МСМ постепенно меняются.

18.10.4. Типы многовидовых сообществ у муравьев

Сложность организации МСМ нарастает по мере роста S_p . Можно выделить 5 последовательно усложняющихся типов МСМ: 1) монодоминантное МСМ, 2) пространственный континуум МАМ, 3) пространственно-временной континуум МАМ, 4) полидоминантное МСМ, 5) пандоминантное МСМ.

Монодоминантное сообщество. При S_p от 2 до 6 видов на 1 ар МСМ состоит из единственной *многовидовой ассоциации муравейников* с жесткой иерархией видов, обитающих на одной территории в едином режиме суточной активности. Монодоминантное МСМ состоит из одного вида-доминанта, субдоминантов и инфлюентов. Каждое МСМ изолировано от остальных, между

ОТС муравейников-доминантов имеются нейтральные зоны. Складывается ячеистая структура, где каждая ячейка — МАМ — функционирует как бы внутри себя. Монодоминантные МСМ характерны для тайги.

Пространственный континуум ассоциаций. При увеличении S_p до 7—10 видов на 1 ар (что наблюдается уже в зоне смешанных лесов) четкая ячеистая структура МСМ нарушается, если по соседству оказываются гнезда нескольких видов облигатных доминантов. Между их КУ уже нет нейтральных зон они перекрываются своими периферийными частями. Здесь действуют только одиночные охотники, которые избегают прямых контактов друг с другом. Возникает пространственный континуум МАМ. Сделан первый шаг к объединению монодоминантных ячеек МАМ в общую систему.

Пространственно-временной континуум ассоциаций. Следующие этапы развития интеграции связаны с временной дифференциацией видов — появляются виды с дневной и ночной активностью на КУ. Формируются повременные параллельные МАМ, использующие одну территорию в разное время суток. При этом S_p может возрасти до 16—18 видов на 1 ар.

Полидоминантное сообщество. С ростом S_p падает удельный вес отдельных видов и остается все меньше возможностей для существования в МСМ облигатных доминантов, которые исчезают при увеличении S_p до 15—20 видов на 1 ар. КУ факультативных доминантов становятся все более проницаемыми. Постоянно охраняемыми объектами остаются лишь гнезда и пригнездовые участки. Складывается полидоминантное МСМ, где КУ доминантов сливаются, но еще сохраняется расслоение видов на доминантов, субдоминантов и инфлоентов.

Пандоминантное сообщество. МСМ с эфемерным локально-ролевым доминированием отдельных видов реализуется в разных точках совместно используемой территории. Оно формируется при увеличении S_p до 30—35 и более видов на 1 ар. В пандоминантном МСМ доминантом может стать любой вид, использующий массовую мобилизацию, как крупный, так и мелкий с семьями разных размеров. Однако размеры зон потенциального доминирования у них будут соответственно разными. Встречаясь на КУ без добычи, фуражиры разных видов в целом лояльны друг другу и даже совместно используют дороги на почве и деревьях. Возрастает роль быстрых мобилизаций, за счет чего можно компенсировать недостаток особей или низкий конкурентный рейтинг вида, при этом хотя бы в некоторых точках создается функциональное превосходство над конкурентом. Каждый конфликт происходит как независимое событие. Конкуренция остается острой, но приобретает более соревновательный характер.

18.10.5. Роль муравьев в лесных экосистемах

Жизнь муравьев тесно связана с растениями, прямо или опосредованно обеспечивающими их большинством компонентов пищи, строительным материалом для гнезда или служащими субстратом гнездования. В свою очередь, муравьи защищают заселенные и используемые для фуражировки растения от фитофагов. Связи муравьев и растений — яркий пример *коэволюции* (P. Jolivet, 1996).

Взаимодействие муравьев с травянистыми растениями. Муравейник, особенно его гнездовой вал, — благоприятный биотоп для многих растений, которые изменяют режим его освещения и гигротермический режим. Некоторые растения оказывают на муравьев и аллелопатическое воздействие, ведущее к снижению активности и жизнеспособности муравейника. Способность муравьев *Formica* противостоять зарастанию купола гнезда связана с состоянием и возрастом муравейника и служит показателем его жизнеспособности (А. А. Захаров, 1974; Н. М. Бутрова, Л. Б. Пшеницына, 2001). Муравьям *Lasius flavus* приходится постоянно бороться со сфагнумом, которым зарастают их гнезда-кочки (G. M. Dlussky, 1981).

Муравьи используют стебли травянистых растений как каркас для гнезд, что обычно у *Tetramorium caespitum*, *Lasius niger*, *Formica picea*, *Myrmica*. Для тонкоголовых муравьев подрода *Coptoformica* травянистые растения служат строительным материалом. Муравьи нарезают кусочки стеблей злаков (обычно, мятлика) и делают из них соломенную крышу наземного купола, остальные части которого они строят из земли. Травянистые растения выполняют еще одну важную функцию: на них содержат колонии корневых тлей муравьи-геобионты, а также герпетобионты родов *Myrmica* и *Lasius*.

Мирмекохория. Семена растений занимают в питании лесных муравьев скромное место: они составляют лишь 0,2 % рациона семьи *F. rufa* (G. Wellenstein, 1953). Тем не менее использование муравьями семян привело к важному коэволюционному эффекту — возникновению *мирмекохории*. Уже в начале XX в. было известно более 800 видов растений-мирмекохоров, чьи семена распространяют муравьи (R. Sernander, 1906). Муравьи приносят семена в гнездо, отгрызают у них специальные жиросодержащие придатки, а сами семена, сохраняющие при этом всхожесть, выносят из гнезда. Перераспределяя семена в пределах насаждения, муравьи оказывают заметное влияние на формирование травянистого покрова леса (A. I. Beattie, D. C. Culver, 1981; P. E. Левина, 1987; Е. В. Горб, С. Н. Горб, 1998).

Лесные муравьи как специфическая группировка собственно и возникли в результате морфофизиологических и поведен-

ческих адаптаций к жизни в экологическом пространстве леса. С лесом связано и максимальное число жизненных форм муравьев. Деревья одним видам дали приют, другим — материал для строительства гнезд, обеспечив и тех, и других обильной и устойчивой пищевой базой (А. Jolivet, 1996). Деревья образуют для муравьев трехмерный пространственный континуум множества вертикальных, наклонных и горизонтальных поверхностей и переходов между ними. Это не только открыло перед муравьями большие возможности в обеспечении конкретной семьи пищей, но и стало основой для формирования сложных и динамичных сообществ.

Муравьи доминируют в мире насекомых, не имея себе равных. Отношения с другими лесными беспозвоночными у муравьев разные: на одних они охотятся, с другими конкурируют, третьих «приручили», получая от них углеводную пищу, четвертые живут в муравейниках.

Муравьи как энтомофаги. Для обеспечения своего многочисленного потомства белковой пищей весь период выращивания расплода муравьи ведут активную охоту. В число их жертв попадают самые разные беспозвоночные (рис. 71 цв. вкл.). Важным свойством муравьев как энтомофагов оказалась их «реактивность на пищу» (Г. М. Длусский, 1967) — способность в конкретное время переключаться на массовые виды добычи. Во многом благодаря именно этому свойству муравьи стали эффективными защитниками леса от многих опасных хвое- и листогрызущих и даже стволовых вредителей. При массовом размножении вредителя муравьи почти полностью переключаются на питание им, сохраняя древостой от потери прироста и усыхания. Для защиты леса от вредителей нужна высокая плотность поселения самих муравьев. Поэтому основной эффект как энтомофаги дают группа *Formica rufa* и красногрудый песчаный муравей *F. imitans*, поселения которых могут включать миллионы и десятки миллионов особей.

Конкурентные отношения с хищными беспозвоночными. Муравьи конкурируют с другими хищными беспозвоночными — пауками, жужелицами, стафилинидами. Эта конкуренция имеет свою специфику: пока муравейник невелик, другие хищники охотятся на его КУ, но крупный муравейник вытесняет их со своего КУ (Л. Д. Рыбалов, 1998; Т. И. Гридина, 2001). В первую очередь изгоняются крупные хищники, часть из них становится жертвами муравьев. Мелкие хищники умеют избегать муравьев, что позволяет им жить на окраинах КУ муравейников (Т. И. Гридина, 2001; Ж. И. Резникова, С. Н. Пантелеева, 2003).

Трофобиоз с тлями. Подавляющую часть углеводной пищи муравьи получают от выделяющих сладкую падь сосущих насеко-

мых — тлей, червецов, цикадок и др. Для лесных муравьев умеренной зоны эти насекомые — единственный стабильный источник, обеспечивающий потребности всего взрослого населения муравейника в углеводах. Муравьи фактически разводят целый ряд насекомых трофобионтов, строя для них специальные убежища, защищая от врагов, переселяя с одного растения на другое, пряча на зиму в своих гнездах (рис. 72 цв. вкл.). Число и размеры колоний охраняемых муравьями тлей возрастает в лесу в несколько раз по сравнению с контролем (Т. А. Новгородова, 2003).

Таким образом, трофобиоз муравьев с тлями и другими сосущими насекомыми полезен для всех его участников. Он способствует росту и стабилизации численности каждого из них, а также стал основой и стимулом развития новых форм поведения. Значение трофобиоза лесных муравьев с тлями выходит за рамки их парного взаимодействия. Можно говорить о трофических связях муравьев, сосущих насекомых и растений (R. Buckley, 1990; L. Gaume et al., 1998). Важно, что такое взаимодействие не вызывает нежелательных изменений у заселенных тлями деревьев. Падь — источник падевого меда — один из хозяйственно значимых побочных продуктов леса (H. Ruppertshofen, 1966; A. Roháček, 1974). На ней дополнительно питаются энтомофаги — хальциды, ихневмониды, бракониды, тахины, продолжительность жизни и плодовитость которых при этом значительно возрастают. В сомкнутом древостое падь для их имаго служит почти единственной пищей (А. Egger, 1981).

Мирмекофилы. В гнездах муравьев обитает множество других беспозвоночных. Это мирмекофилы, в число которых входят представители нескольких классов членистоногих (мокрицы, клещи, сенокосцы, пауки, ложноскорпионы, многоножки, насекомые). Среди насекомых по числу видов-мирмекофилов наиболее представительны коллемболы, жуки, перепончатокрылые, клопы, двукрылые. К своим сожителям муравьи могут относиться враждебно или безразлично. Особое место занимают *симфилы* — настоящие сожители муравьев, являющиеся предметом их активного ухода. Экскреты специализированных желез симфил часто содержат эфиры, действующие на муравьев подобно алкоголю или наркотику (ломехузомания). Муравьи сами заносят симфил в свои гнезда, кормят и содержат вместе с собственным расплодом. Муравейники *Formica*, содержащие большое число жуков-симфилов родов *Lomechusa* или *Atemeles* (Staphylinidae), утрачивают активность и постепенно вымирают.

Большинство мирмекофилов (только в гнездах рыжих лесных муравьев их более 300 видов) не столь опасны для хозяев. Они используют муравейники как убежища, подьедают остатки муравьиной пищи и очищают помойки, питаются разлагающимися в

гнезде растительными частицами. Мирмекофильный комплекс стал частью муравейника как целостной биосистемы, в том числе активно участвуя в ускоренной деструкции и трансформации поступающего в гнездо растительного материала.

Муравьи и позвоночные животные. Позвоночные обитатели леса используют муравьев самыми разными способами, многие из которых наносят муравьям и их гнездам значительный ущерб. Наибольшие потери муравьи несут от кабанов, устраивающих зимние лежки в крупных гнездах. Кабаны разрушают значительную часть муравейников и провоцируют их весеннюю фрагментацию, что ведет к сокращению числа крупных муравейников, утрате ими потенциалов роста, депопуляции и деградации (А. А. Захаров, 2003). Значительный ущерб муравейникам наносят медведи (В. И. Гримальский, 1975; Л. Б. Рыбалов и др., 2001) и барсуки.

Среди птиц основными мирмекофагами являются дятлы (Г. Е. Королькова, 1960; G. Kneitz, 1965; В. Л. Булахов, 1975), Кроме того, муравьями активно питаются многие певчие птицы и лесные куриные (В. В. Строков, 1966; F. Müller, 1974). Весьма специфическая форма использования муравьев птицами — так называемое «муравьевание» (anting) — купание птиц в муравейниках или же запускание муравьев в оперение для очищения от паразитов. Муравьи входят в рацион многих рептилий и земноводных, которые в течение сезона могут изымать до 7—8 % биомассы муравьев (М. В. Глазов, О. А. Леонтьев, 1989).

Роль муравьев в почвообразовании. Муравейник функционирует как узловая структура (И. В. Стебаев, 1976), организующая и активно преобразующая среду своего обитания. В нем концентрируются и ускоренно разлагаются растительные остатки, аэрируется среда, улучшаются водный режим и структура почвы, обогащающейся важнейшими элементами питания в доступных для растений формах (Н. А. Димо, 1955; А. А. Захаров и др., 1981; В. А. Зрянин, 1998). Муравьи создают условия для возобновления требовательных к почвам древесных пород и повышают их продуктивность (K. Gösswald, 1990). Они активно формируют травянистый покров леса (P. Jolivet, 1996). Многолетние гнезда *Formica* и других видов с мощными семьями реально изменяют ландшафтные характеристики в населенных ими насаждениях.

Влияние муравьев на биологическое разнообразие и устойчивость экосистем. Велика роль муравьев в поддержании разнообразия беспозвоночных леса (J. La Salle, I. D. Gauld, 1993). Помимо сотен видов мирмекофилов, чье существование прямо зависит от муравьев, имеется множество насекомых, благополучие которых связано с дополнительным питанием на пади, выделенной тлями, которых разводят муравьи (А. Egger, 1981). Как неспециализированные хищники муравьи, изымая в первую очередь

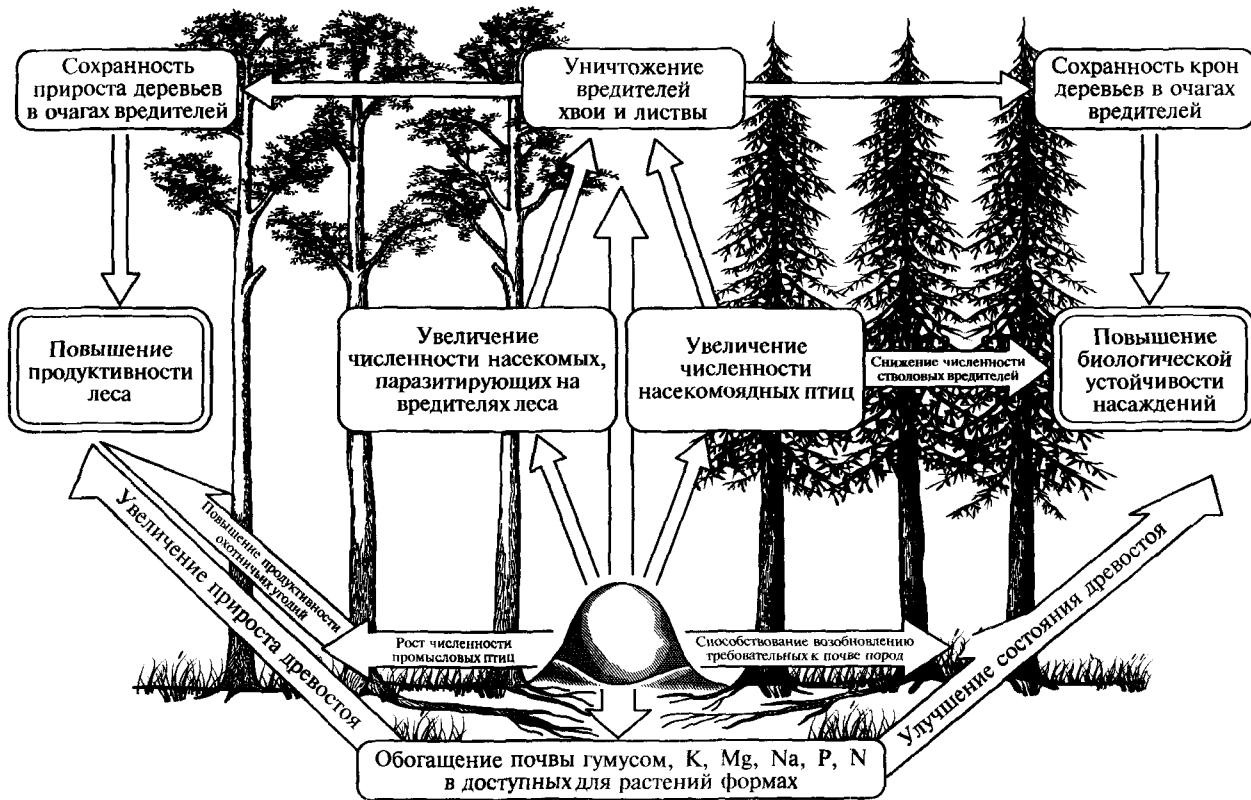


Рис. 26. Обобщенная схема воздействия муравьев *Formica* на сохранность и продуктивность леса

массовые виды жертв, содействуют сохранению в лесу более редких видов. Интегральным выражением позитивного воздействия лесных муравьев (прежде всего *Formica*) на лесное сообщество является общее повышение биологической устойчивости и продуктивности насаждений (G. Wellenstein, 1953; D. Otto, 1962; K. Gösswald, 1978, 1990). Поэтому муравьи рассматриваются как центральное звено очагово-комплексного метода защиты леса (W. Koehler, 1976; А. А. Захаров, 1974; Л. А. Малоземова, М. В. Насырова, 1987).

Роль муравьев в лесных экосистемах схематически показана на рис. 26.

18.10.6. Использование лесных муравьев для защиты леса от хвое- и листогрызущих насекомых

Переселение муравьев. Использование муравьев для защиты леса от вредителей заключается в их расселении в потенциальные очаги хвое- и листогрызущих насекомых путем переноса отводков, выявленных в насаждениях во время инвентаризации, из маточных муравейников.

Искусственные переселения муравьев проводятся с разными целями:

а) спасение от гибели на сплошных лесосеках, в зонах затопления и т. п.;

б) стимулирующее донорство перенаселенных комплексов для активизации их роста и предотвращения стагнации;

в) содействие реколонизации муравьями ранее утраченных территорий после прекращения действия там губительных средовых (в том числе антропогенных) факторов;

г) перенос в действующие очаги и резерваты листо- и хвоегрызущих вредителей леса;

д) заселение насаждений для повышения их биологической устойчивости и улучшения условий произрастания (муравьи могут использоваться как самостоятельный фактор или как компонент комплексно-очагового метода защиты леса).

Комплекс мероприятий по искусственному переселению состоит из нескольких этапов: подбор и оценка маточного комплекса, подбор насаждения для переселения и мест размещения в нем отводков, собственно переселение, контроль за переселенными отводками и оценка результатов переселения. Все эти работы должны проводиться только под руководством специалистов, имеющих необходимую подготовку.

Подбор и оценка маточных муравейников. Маточный муравейник — это гнездо, из которого берется искусственный от-

водок. Базой расселения муравьев служат комплексы муравейников. Комплекс маточных муравейников должен быть достаточно большим, чтобы из него можно было взять количество отводков, необходимое для формирования как минимум одного полного поселения на новом месте.

Необходимо, чтобы условия обитания на новом месте соответствовали условиям обитания в маточных муравейниках. Это требование обеспечивается подбором комплексов маточных муравейников, из которых намечают взять отводки для колонизации выбранного участка леса. Лесозащитное значение видов группы *Formica rufa* примерно одинаково, поэтому в конкретном месте следует использовать отводки наиболее распространенного в данном районе вида, взяв их в маточном комплексе, отвечающем условиям нового места.

В качестве маточных пригодны только активные, находящиеся в хорошем состоянии муравейники (рис. 73 цв. вкл.). Это гнезда с куполами конической формы и покровным слоем из свежей хвои, имеющие стойкий запах муравьиной кислоты. Заращение купола травой не должно превышать 0,2 его высоты. Предпочтительны гнезда со злаковой растительностью на гнездовом валу. Между гнездами поддерживается оживленная связь, проложены широкие дороги, производится регулярный обмен молодью, рабочими муравьями, оплодотворенными самками.

Состояние муравейников зависит от плотности поселения муравьев в насаждении. Поскольку населенность гнезд различна и связана с размерами муравейников, то нельзя рассматривать плотность как общее количество гнезд на единицу площади. Показателем относительной численности их населения служит суммарный объем гнезд или суммарная площадь оснований куполов гнезд. Более устойчивый показатель размеров муравейника — площадь основания купола (S). Плотность поселения муравьев (p) — это суммарная площадь оснований куполов муравейников на 1 га: $p = \sum S/F$, где F — площадь охраняемой территории гнезд комплекса.

Признаки перенаселения начинают появляться у муравейников при $p > 15$ м²/га в свежих ельниках и при $p = 20$ м²/га в смешанных насаждениях на богатых почвах и в дубравах. Правильная эксплуатация маточных муравейников — очень важный момент во всем процессе расселения. Отводки должны изыматься таким образом, чтобы маточные семьи и колонии были в состоянии быстро восстановить свою численность и продолжали контролировать плотность вредных насекомых. Всякому донорству колоний должны предшествовать их инвентаризация и определение донорских возможностей отдельных муравейников и всего комплекса.

Таблица 2

Нормы взятия отводков из маточных муравейников в разные сроки

Месяц расселения	Число отводков при объеме гнезда, м ³					
	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5 и более
Апрель	—	1	1	2	2	3
Май	1	1	2	2—3	3	3
Июнь	—	1	1	2	2	3

Комплексы маточных муравейников могут быть выявлены лесной охраной и дополнительно специальными обследованиями. Комплексы со значительным количеством гнезд (40—50 и более) подлежат детальному обследованию, которое проводят лесопатологи и инженеры по охране и защите леса. Во время детального обследования выявляют количество взрослых муравейников и отводков, общие размеры используемого муравьями участка, вид муравьев, размеры гнезд, площадь основания и объем купола, плотность поселения, качественное состояние муравейников и число возможных искусственных отводков. Размеры гнезд определяют по 5-сантиметровой шкале.

Из муравейника допустимо изъятие не более $\frac{1}{4}$ объема его купола. Соответственно из муравейника с куполом объемом 0,4 м³ можно взять один 100-литровый отводок, при объеме купола не менее 0,8 м³ — два, более 1,2 м³ — три отводка. Нормы взятия отводков из гнезд определенных размеров при донорстве в различные сроки приведены в табл. 2. При ранневесенних и летних переселениях возможное число отводков из гнезда того же объема уменьшается: один 100-литровый отводок берут из гнезда объемом 0,6—0,7 м³, два — при объеме 0,9—1 м³, три — при объеме 1,5 м³. Повторное донорство маточного муравейника при полном его восстановлении допустимо лишь на четвертый год после предыдущего.

Инвентаризацию маточных муравейников проводят в конце августа — сентябре, когда муравейники уже закончили свой рост, но еще активны. В это время гнезда уже не растут, но муравьи активны на территории, их кормовые и обменные дороги полностью функционируют. Результаты измерения отдельных гнезд в комплексах и сводные данные по инвентаризации маточных муравейников заносят в соответствующие ведомости.

Способы переселения. Можно выделить два принципиально отличающихся способа переселения муравьев: переселение муравейника целиком и взятие в отводок определенной части семьи.

Первый способ означает ликвидацию гнезда на прежнем месте и перенесение его в новый участок леса, что делается весной в период появления в гнезде теплового ядра. Второй способ имеет несколько вариантов донорства, адаптированных к разным фенологическим срокам: а) на стадии теплового ядра; б) в период нахождения в гнезде куколок крылатых особей; в) после вылета крылатых особей из муравейника.

Ранневесеннее переселение проводят в апреле — начале мая. В отводок забирают верхнюю часть купола вместе с образующими здесь «тепловое ядро» муравьями, в числе которых находятся и оплодотворенные самки. В отводок попадают оплодотворенные самки и рабочие муравьи, возможно, яйца или личинки первых возрастов крылатых особей. В это время наблюдается наибольшая концентрация особей в гнезде, поэтому возможны отводки относительно небольшого объема (50 л).

Переселение с куколками крылатых особей проводят в первой половине мая, концентрация особей в гнезде ниже. В отводок попадают рабочие муравьи-имаго, куколки половых особей, молодь рабочих. В отводке могут оказаться поднявшиеся в купол самки, присутствие которых при данном способе необязательно. Отводки берут большего объема (100 л) как из покровного слоя, так и из внутреннего конуса муравейника. Одно из условий успешного применения данного метода — присутствие в расположенных поблизости отводках куколок как самок, так и самцов. Пол крылатых определяют, вскрывая оболочку кокона тонким пинцетом.

Летнее переселение осуществляют после вылета крылатых особей. В отводки попадают только рабочие особи (молодь и имаго), которых и переносят на новое место. Крылатых самок и самцов собирают отдельно и помещают в садки, где они спариваются. В каждый отводок выпускают по 30—50 оплодотворенных, сбросивших крылья самок. Это делает возможным искусственное переселение рыжих лесных муравьев в июне — июле. В данный период жизнь семьи сосредоточена во внутреннем конусе гнезда, поэтому в отводок берут в основном внутренний конус. Это не отражается на размерах самого отводка (100 л), но уменьшает число отводков, которое можно взять из гнезда определенных размеров. Кроме того, летние повреждения муравейников восстанавливаются значительно труднее.

Техника взятия отводка. Муравейник условно делят на 4 сектора так, чтобы поверхность купола, обращенная к солнцу (южный сектор гнезда), не попадала бы целиком в один сектор. После взятия отводка одна из частей (половина) этой поверхности должна обязательно сохраниться. Это облегчит муравьям восстановление маточного гнезда и сохранение в нем температурного режима, необходимого для развития молоди. Часть купола маточ-

ного муравейника, ограниченную одним сектором, вместе с рабочими муравьями и расплодом накладывают лопатами в тару. В отводок обязательно должен войти материал и покровного слоя, и внутреннего конуса гнезда. При этом нельзя разрушать оставшийся купол. В отводок не следует брать материал из гнездового вала, землю и материал, проросший корнями растений.

После взятия отводка открытый внутренний конус гнезда следует присыпать материалом поверхностного слоя, придав гнезду округлую форму и выровняв поверхность. Это поможет муравьям быстрее нормализовать внутреннюю жизнь семьи и восстановить структуру гнезда.

Отводки лучше перевозить в жесткой таре — фанерных, пластиковых бочках или контейнерах с плотными крышками, но не герметичных. На расстояния до 3 км допускается транспортировка в мешках. При транспортировке, длящейся менее 1—2 суток, подкормки муравьям не требуется.

Способы колонизации насаждений муравьями. Эти способы могут быть разнообразными.

Равномерное распределение отводков по территории предполагает расположение гнезд в шахматном порядке через 50 м. Таким образом, на 1 га размещаются четыре муравейника, которых после того, как они подрастут, будет достаточно для защиты от вредителей хвойного леса на этой площади. В дубравах, где плотность гнезд должна быть выше, используются 200-литровые отводки. Предусматривается обязательное усиление отводков в последующие 1—2 года куколками рабочих.

Способ колонизационных центров предусматривает размещение вокруг взрослого одиночного муравейника, за пределами его охраняемой территории, искусственных отводков того же вида. Вторичные гнезда обеспечивают оплодотворенными самками из взрослого муравейника во время лёта крылатых. Отводки усиливают коконами рабочих в целях обеспечения их непрерывного роста. Отводки могут как расти одиночно, так и образовывать с взрослыми муравейниками колонии.

Групповой способ размещения отводков заключается в их расположении компактными группами по 4—7 с расстоянием между отводками 10—15 м и межгрупповыми интервалами 80—100 м. Благодаря близкому размещению отводков между семьями одной группы устанавливаются обменные отношения, формируется колония. Один из отводков делают двойным, чтобы помочь выделению гнезда-доминанта. Метод рассчитан на развитие искусственных муравейников без последующего воздействия. При этом способе теряется свою значимость объем отдельного отводка, поселяемого в группу. Можно переселить отводки разного объема, имея в виду лишь суммарный объем группы отводков. Здесь рав-

ношенно поселение семи 100-литровых и четырнадцати 50-литровых отводков.

Все способы рассчитаны на то, что, укрепившись на территории, муравьи в дальнейшем в процессе саморазвития будут расселяться естественным путем.

Выбор мест для поселения отводков. Места для поселения искусственных отводков в запланированном для колонизации насаждении подбирают заранее, в соответствии с применяемым способом колонизации. Каждое такое место маркируют. При выборе места для поселения отводка необходимо учитывать ряд существенных для муравьев моментов: освещенность места, водный режим, кормовую базу, присутствие видов-конкурентов.

Освещенность играет важную роль. Муравейник должен освещаться солнцем в течение нескольких часов в день. Это надо учитывать при размещении отводков, поселяя их на северных опушках или окраинах лесных полей и прогалин, вдоль просек, лесных дорог, тропинок и визиров, идущих с севера на юг, в разреженных группах деревьев. При обилии затеняющего место поселения подлеска (жимолость, лещина и др.) необходимо его частичное изреживание в южном от гнезда секторе. Не следует поселять отводки на склонах северной экспозиции более 10°.

Водный режим также важен. В сырых насаждениях отводки размещают только по буграм и микроповышениям. Нельзя помещать гнезда в понижения, затапливаемые весенними водами.

Кормовая база должна быть достаточной и стабильной. Поселение отводков лучше приурочивать к группам деревьев, состоящих из разных пород, что особенно важно в чистых культурах. Это позволит муравьям использовать большее число видов тлей и стабилизирует их кормовую базу. Разновозрастные и разнополотные участки леса также благоприятны для муравьев.

Присутствие конкурирующих видов муравьев поблизости от отводков гнезд рыжих лесных муравьев нежелательно: кроваво-красный муравей *Formica sanguinea*, муравей-древоточец *Camponotus*, эфирный муравей *Lasius fuliginosus*, которые активно конкурируют с рыжими лесными муравьями и при поселении небольших отводков на их кормовом участке нападают на переселенцев, вынуждая их менять место гнездования. При этом много муравьев гибнет, отводки оказываются ослабленными, что серьезно отражается на их дальнейшей жизнеспособности.

Размещение у дерева влияет на освещенность и температурный режим. Гнездо помещают с южной стороны от ствола взрослого дерева, комель которого освещается солнцем. Хорошо, если с северной стороны этого дерева имеется группа подроста или кустарник. У елей с густыми опускающимися до земли ветвями отводки можно размещать на южной границе крон — на пне или бугорке.

Использование пней и древесных остатков облегчает поселение муравьев. Нередко основой естественного муравейника служит старый сухой источенный ходами усачей пень. Поэтому если в насаждении есть такие пни, то можно высыпать отводок на пень. Такой пень должен быть сухим и сильно испещренным ходами, не слишком большим. Отводок должен целиком накрыть весь пень так, чтобы сверху оказался слой строительного материала не тоньше 10 см, иначе муравьи покинут место поселения. Отводок можно поселить на край сухой колоды, не пораженной белой гнилью, или же на небольшие плоские кучи мелких сухих веток хвойных пород. Не следует помещать отводки на заплесневевшие и мокрые древесные остатки, ветви лиственных пород и кучи гниющих листьев.

Подготовка мест для отводков (вкапывание пней, выкапывание ямы, рыхление почвы, проделывание в ней вертикальных ходов и т. п.), как правило, не требуется. Если на подходящем по остальным характеристикам месте есть нежелательные (перечисленные выше) растительные остатки, то их следует удалить.

Поселение отводка. Гнездовой материал с муравьями аккуратно высыпают на выбранном месте так, чтобы получился компактный купол высотой около 50 см. Случайно попавшие в материал отводка комья земли и корни растений удаляют. После этого нужно придать отводку округло-коническую форму и легкими поглаживаниями выровнять поверхность гнезда. Прикрывать отводки мелким лапником имеет смысл только в участках с высокой численностью дятлов и лесных куриных. Укрывать переселенные отводки сухой лесной подстилкой не надо, также не следует их подкармливать сахарным сиропом в день переселения. Кормушки с сахарным сиропом можно выставить рядом с отводками через 3—5 дней, обязательно проконтролировав отсутствие на кормушках муравьев других видов.

При формировании отводка в одном гнезде можно объединять муравьев из нескольких соседних гнезд одного комплекса. Такая необходимость может возникнуть при колонизации насаждения крупными отводками (200 л и более) или же при использовании тары объемом менее 100 л. Во время переселения взаимная агрессивность муравьев из разных гнезд одного вида исчезает, и в дальнейшем они благополучно уживаются в общем муравейнике. Отводки более крупные (150- и 200-литровые) по своему дальнейшему развитию не имеют преимуществ перед 100-литровыми, поэтому 100-литровый отводок оптимален для искусственного переселения.

Переселение проводят в утренние часы при $t \leq 20^\circ\text{C}$. Нельзя брать отводки или же поселять их на новом месте в дождь или накануне его.

Оценка приживаемости отводков. Минимальные размеры жизнеспособного муравейника составляют 60—65 см в диаметре купола и 40 см по высоте гнезда. Такой муравейник образуется при правильном взятии 100-литрового отводка. Поэтому приживаемость оценивается сравнением мощности образованных на новом месте гнезд с потенциально возможным для использованного в расселении объемом материала, с пересчетом на 100 л.

1. Количество 100-литровых расчетных отводков получают подсчетом общего объема переселенного материала на данном участке.

2. При учете приживаемости составляют план участка с размещением отводков. Отводки нумеруют в натуре и в плане. При детальном учете выясняют дороги, соединяющие гнезда, и число колоний, одиночные муравейники.

3. При оценке гнезд измеряют диаметр купола (d) и высоту муравейника по 5-сантиметровой шкале. Высоту гнезда учитывают для оценки жизнеспособности семьи.

4. Итоговый годовой учет приживаемости отводков проводят в сентябре.

5. Качество взятия отводков и успех переселения оценивают в первый год по средней площади поперечного сечения образовавшихся гнезд (S_m). Отношение этой величины к $0,32\text{ м}^2$ (что соответствует $d = 0,65\text{ м}$) дает процент приживаемости отводков (K).

6. Успешность развития нового поселения муравьев в последующие годы оценивают по изменению его суммарной мощности (ΣS) в ряду лет.

7. Основной показатель автономности семьи — выведение семьей собственных крылатых особей. При отсутствии подобных наблюдений можно использовать средние размеры гнезд и появление в комплексе гнезд с $d \geq 0,9\text{ м}$.

8. Колонизацию участка выполняют с началом почкования переселенных муравейников.

В различных типах ельников и сосняках охраняемую территорию 0,20—0,25 га имеют муравейники группы *Formica rufa* диаметром 1,2—1,4 м. Следовательно, когда говорится о 4—5 муравейниках на 1 га леса, необходимых для его защиты, имеются в виду гнезда таких размеров.

18.11. Использование птиц и других позвоночных животных

Охрана и привлечение птиц — эффективное лесозащитное мероприятие. Оно направлено главным образом на повышение биологической устойчивости насаждений и носит профилакти-

ческий характер. Для ликвидации уже возникших очагов вредителей леса использование птиц вряд ли целесообразно, так как при высоком уровне численности насекомых рост численности птиц идет несравненно медленнее.

Идея *привлечения полезных птиц* первоначально возникла из чисто практических соображений земледельцев в связи со способностью ряда видов истреблять вредителей огородов и садов. В России крестьяне издавна устраивали всевозможные скворечники. Совершенствование лесохозяйственной практики подвело к идее привлечения насекомоядных птиц с помощью искусственных гнездовий для истребления вредителей леса. Птицы-дуплогнезники привлекались в степные леса еще в конце XIX в., скворцов, синиц и других насекомоядных птиц охраняли в парках и садах и создавали условия для гнездования. Известные отечественные орнитологи (Н. И. Дергунов, Н. И. Кортнев, С. А. Бутурлин, Д. М. Россинский, К. Н. Благодослов и др.) разрабатывали теоретические основы прикладной орнитологии и принципы биологического контроля численности насекомых-фитофагов с помощью насекомоядных птиц как наиболее экологически безопасно метода защиты леса (О. В. Беднова, 2006).

Жизнеобеспечение птичьего населения леса прежде всего зависит от степени сохранности естественной среды обитания птиц. Поэтому хозяйственные мероприятия в лесу должны опираться на знания биологических и экологических особенностей птиц. При уходе за лесом и санитарных рубках для создания удобных мест гнездования оставляют дуплистые деревья, сохраняют подлесок, развешивают искусственные гнездовья; для открыто гнездящихся на земле птиц подрезают ветви, чтобы они больше кустились, высаживают живые изгороди, кустарниковые опушки и густые группы кустарников. Зимой и ранней весной, когда птицам не хватает корма, можно организовать их подкормку для предохранения от гибели и привлечения в определенные участки леса с повышенной плотностью вредителей.

Для вредителей наиболее уязвимы однопорядные искусственно созданные насаждения. В таких условиях формирование настоящей лесной среды с ярусной растительностью и становление богатого видами биоценоза — процесс длительный. Привлечь полезную орнитофауну в эти насаждения можно путем посадки биогрупп подлесочных пород и кустарников, пригодных для гнездования открыто гнездящихся видов. Наиболее эффективны ключие формы (шиповник, лох, боярышник, терн, белая акация), а также жимолость татарская, бузина красная и черная. Этот же прием целесообразен и для привлечения птиц в осветленные, нарушенные рекреацией леса, где пострадал подлесок и нарушены условия для возобновления леса (О. В. Беднова, 2006).

В настоящее время интерес к привлечению насекомоядных и хищных птиц для защиты леса переживает большой подъем. В значительной мере он укрепляется Союзом охраны птиц России и Мензбиревским орнитологическим обществом, которые наряду с экспериментальной работой и профессиональными наблюдениями выступают инициаторами полезных акций по охране и изучению птиц. Для привлечения мелких насекомоядных птиц предложено много разных типов гнездовий, соответствующих биологическим особенностям заселяющих их птиц. Для определения плотности размещения искусственных гнездовий используют знания о размерах гнездовой территории привлекаемых видов. Хорошим результатом лесозащитных мероприятий по привлечению птиц считается заселяемость не менее 85 % искусственных гнездовий.

Очень важна разъяснительная работа среди населения о полезной деятельности птиц, о вреде их истребления и разорения гнезд; необходимо также соблюдать предосторожность при любых лесохозяйственных мероприятиях в лесу для максимальной сохранности удобных мест гнездования и самих гнезд птиц.

Млекопитающие также приносят большую пользу, уничтожая вредителей леса. Поэтому необходимы их охрана и создание условий для обитания. Охрана зверей включает ограничение охоты на наиболее полезных хищников и покровительство насекомоядным зверям — ежам, кротам, землеройкам, барсукам и особенно летучим мышам, часто гнездящимся большими колониями в старых дуплистых деревьях. Для привлечения летучих мышей устраивают искусственные гнездовья (дуплянки), изготовленные из одностебельных осиновых отрубков, или дощатые домики. Методы использования птиц и зверей нуждаются в совершенствовании.

Большую пользу приносят некоторые рептилии (например, ящерицы) и почти все земноводные (амфибии), которые истребляют огромное количество разнообразных лесных насекомых. Жабы, квакши, лягушки настоящие приносят большую пользу и также нуждаются в охране.

18.12. Болезни лесных насекомых и их возбудители

Характеристика болезней лесных насекомых. Подобно другим животным, насекомые подвержены инфекционным болезням, возбудителями которых являются патогенные микроорганизмы (бактерии, грибы, простейшие) и вирусы.

Все микроорганизмы, вызывающие болезни у насекомых, называются энтомопатогенами. В зависимости от типа возбудителя

болезни могут носить острый характер, при котором инфекция быстро распространяется среди восприимчивых особей популяции, вызывая их массовую гибель, или хронический характер, при котором насекомые постепенно отмирают, снижается их плодовитость, нарушаются физиологические функции. Острое течение болезни происходит при высокой плотности популяции насекомых, когда возбудитель активно распространяется в очагах их массового размножения. Такой тип болезни вызывает эпизоотию (аналогично эпидемии у человека).

Инфекционные болезни играют большую роль в динамике численности лесных насекомых. Вспышки массового размножения лесных чешуекрылых и пилильщиков часто затухают в результате эпизоотий, вызванных энтомопатогенами.

В большинстве случаев инфекционными болезнями поражаются личиночные фазы развития насекомых, при некоторых грибных инфекциях болезнь может развиваться и на других фазах их развития (яйца, куколки, имаго).

Болезни разных типов характеризуются специфическими симптомами. Наиболее четко эти симптомы проявляются перед гибелью или сразу после гибели насекомых, так как развивающаяся вскоре сапрофитная флора маскирует действительные признаки. Для точной диагностики проводят специальный микроскопический анализ погибших насекомых. При этом в зависимости от поставленной задачи используют методы световой, электронной, сканирующей микроскопии, иммунологические и биофизические методы.

Вирусные болезни лесных насекомых. Вирусы — это простейшие неклеточные формы жизни, паразитирующие внутри клетки хозяина. Вся многообразная группа вирусов выделена в самостоятельное царство *Vira*.

Первооткрывателем вирусов является русский ученый Д. И. Ивановский (90-е годы XIX в.). Он первый доказал, что вирусы способны к самовоспроизводству, т. е. к репликации, являются облигатными паразитами, обладают четко выраженными инфекционными и болезнетворными свойствами.

Вирусы насекомых, или энтомопатогенные вирусы, — это узкоспециализированная группа клеточных паразитов, приспособленных только к насекомым и обладающих рядом свойств, которые отличают их от остальных групп вирусов.

Одно из важнейших свойств большинства вирусов насекомых — способность в процессе развития образовывать тельца-включения (инклюзии) в виде белкового матрикса различной формы: многогранники (полиэдры), гранулы, сферические образования. Внутри белковых образований (инклюзий) заключены сами вирусы, конечной стадией развития которых являются вирионы — носители инфекционного начала. Вирионы — главная вирусная субстанция, со-

держащая генетический материал в виде нуклеиновых кислот ДНК или РНК и передающая при размножении генетическую информацию новому поколению вирусов.

Вирионы могут быть палочковидной, сферической, изометрической или прямоугольной формы, они окружены одной или двумя белковыми оболочками — капсидами. Форма вириона — один из критериев, который используется в классификации вирусов. Местом репликации вируса в организме насекомого могут быть ядра или цитоплазма клеток, местом локализации вирусов — различные органы и ткани насекомого. Полиэдры и гранулы, в которых заключены вирионы, надежно защищают их от неблагоприятных факторов внешней среды и способствуют длительному сохранению и распространению вирусов в биотопе.

Среди лесных насекомых наиболее распространены и хорошо изучены вирусы, относящиеся к семейству *Baculoviridae*, — бакуловирусы, имеющие палочковидную форму (от греч. *baculum* — палочки).

По морфологии включений (инклюзий) болезни, вызываемые бакуловирусами, называются *полиэдрозами* или *гранулезами*. Эти болезни известны лишь среди насекомых, они широко распространены в популяциях лесных чешуекрылых и пилильщиков (*Tenthredinidae*) и характеризуются исключительной специфичностью к своему видовому хозяину.

Полиэдрозы делятся на две группы. Если вирусом поражаются ядра клеток многих органов и тканей (жировая ткань, гиподерма, нервные узлы и др.), болезнь называется *ядерным полиэдрозом общего типа*. Ею поражаются гусеницы чешуекрылых. Если вирус развивается в ядрах клеток эпителия средней кишки, болезнь называется *ядерным полиэдрозом кишечного типа*. Она свойственна хвойным пилильщикам.

Гранулезы развиваются у гусениц чешуекрылых, поражая жировую ткань, трахеи. Заражение происходит при заглатывании гусеницами полиэдров или гранул вместе с кормом. В кишечнике полиэдры растворяются, а высвободившиеся вирионы внедряются в клетки соответствующих органов и тканей, размножаются и формируют новые инклюзии.

Как правило, при пероральном заражении у насекомых развивается острый инфекционный процесс с характерными для конкретного возбудителя симптомами. Острая инфекция заканчивается гибелью насекомых. Из погибших насекомых вирус выходит в окружающую среду и распространяется в популяциях хозяина, заражая восприимчивых особей.

При ядерном полиэдрозе общего типа тело гусениц перед гибелью приобретает молочно-белый цвет. Погибшие гусеницы становятся дряблыми. В природе они повисают головами вниз, при-

крепившись к субстрату ложными ногами. В наибольшей степени к вирусам ядерного полиэдроза чувствительны гусеницы младших возрастов. С течением времени устойчивость гусениц к вирусу повышается. При заражении гусениц старших возрастов они могут превратиться в куколок и имаго. Однако на этих фазах у них развиваются различные аномалии: уродливость куколки, незавершенность метаморфоза, у бабочек — деформация крыльев, асимметричность тела, бесплодие.

После прошедших эпизоотий в популяциях насекомых в течение многих лет наблюдаются глубокие депрессии, характеризующиеся минимальной численностью особей.

В популяциях лесных насекомых вирус может находиться в неактивной (латентной), скрытой форме. Латентный вирус способен продолжительное время циркулировать в популяции, передаваясь из поколения в поколение в виде субвирусных структур через инфицированные яйца самок-вирусоносителей, другие клеточные структуры или через геном клетки при интеграции вирусных частиц в хромосому. При стрессовых для популяции насекомых ситуациях (аномальные отклонения погоды, нехватка корма и др.) латентный вирус переходит в активную форму, вызывая эпизоотический процесс и массовую гибель гусениц.

Из вирусов, выделенных из погибших насекомых, готовят вирусные препараты для биологической борьбы с конкретными видами лесных вредителей. «Вирин-НШ» — против непарного шелкопряда, «Вирулин-диприон» — против рыжего соснового пилильщика, «Вирин-ГСШ» — против сибирского шелкопряда и ряда других.

У хвойных коконопрядов рода *Dendrolimus* известно заболевание *цитоплазматический полиэдроз*, который вызывается вирусами из семейства Reoviridae. Вирусы развиваются в цитоплазме клеток кишечного эпителия. Зрелые полиэдры могут иметь форму куба, многогранников или неправильную форму. Вирионы, заключенные в них, представляют собой сферические образования. Пораженный кишечник гипертрофируется, приобретает белый цвет за счет переполнения массой полиэдров. Для пораженных цитоплазматическим вирусом гусениц характерны экскременты известково-белого цвета. Погибшие от этой болезни гусеницы легко распознаются по мумифицированному телу с торчащими из ануса белыми пробками. Выпускаемые биопрепараты на основе реовирусов — основное средство борьбы с хвойными коконопрядами в Японии и Китае.

Помимо указанных болезней насекомых подвержены и другим вирусным заболеваниям, возбудители которых относятся к другим семействам вирусов: оспенные болезни (возбудители — виды семейства Poxviridae), болезнь радужности (виды семейства

Iridoviridae), денсонуклеоз (виды семейства Parvoviridae), вирусный паралич насекомых (виды семейства Picornaviridae).

К настоящему времени вирусные заболевания описаны у более чем одной тысячи видов насекомых разных отрядов и семейств. Кроме чешуекрылых и тентрединид вирусы обнаружены у личинок некоторых видов из отрядов Coleoptera, Diptera, Orthoptera, Neuroptera.

Бактериальные болезни лесных насекомых. Бактерии составляют наиболее многочисленную и распространенную группу микроорганизмов, связанных с болезнями насекомых. Они представляют собой одноклеточные прокариотные организмы, размножающиеся делением. Бактериальная клетка имеет оболочку, цитоплазму и ядерное вещество в виде плотного хроматинового тяжа.

Энтомопатогенные бактерии относятся к различным таксономическим группам. Большинство бактерий, пригодных для микробиологической борьбы, относятся к порядку эубактерии (Eubacteriales) класса Schizomycetes. Энтомопатогенные бактерии этого порядка входят в семейства бациллы (Bacillaceae, роды *Bacillus* и *Clostridium*), энтеробактерии (Enterobacteriaceae) и псевдомонады (Pseudomonadaceae).

У бактерий различают *вид* (совокупность родственных организмов, имеющих общий корень происхождения и морфологические признаки), *культуру* (микроорганизмы одного вида, полученные при росте и размножении на искусственной питательной среде), *разновидность* (культуры бактерий, которые в процессе изменчивости утратили один или несколько своих видовых признаков), *штамм* (культура бактерий, выделенная из организма насекомого или из внешней среды).

Не касаясь сложной естественной классификации этой группы организмов, все бактерии, ассоциированные с насекомыми, по свойствам и условиям, определяющим их патогенность, можно разделить на три группы: облигатные, факультативные и потенциальные патогены.

Облигатные патогены связаны с определенными заболеваниями насекомых и способны размножаться только в живом организме хозяина. К ним относятся возбудители молочной болезни личинок пластинчатоусых: *Bacillus popilliae*, *B. lentimorbus*, *B. fribourgensis*, возбудитель европейского гнильца пчел — *Streptococcus pluton*.

Факультативные патогены способны заражать чувствительных к ним насекомых. Они не относятся к настоящим облигатным патогенам. Попав в кишечник насекомого с кормом, они вызывают паралич среднего отдела кишечника, убивая хозяина своими токсическими компонентами или ядовитыми продуктами

ми обмена и ферментами. После этого бактериальные клетки проникают в ткани насекомого, где вызывают септицемию (массовое размножение бактерий) и гибель хозяина. Факультативные бактерии хорошо растут на искусственных питательных средах и не обладают специфичностью к каким-либо отдельным видам насекомых. Эта группа бактерий успешно используется в биомедте.

Потенциальные патогены постоянно присутствуют в кишечнике насекомых, но в здоровом насекомом не размножаются в массе и не причиняют вред хозяину. При физиологическом ослаблении хозяина какими-либо факторами внешней среды, нарушении режима питания или при заражении другими патогенами эти бактерии могут проникнуть в гемоцель и вызвать септицемию.

Бактерии-патогены делят на спорообразующие (семейство Bacillaceae) и неспорообразующие (семейства Pseudomonadaceae и Enterobacteriaceae) формы. К первым относятся все облигатные патогены и многие из факультативных, ко вторым — все потенциальные патогены и многие факультативные.

Все *спорообразующие бактерии (бациллы)* продуцируют эндоспоры, которые могут продолжительно сохранять жизнеспособность, находясь в теле мертвого хозяина или в окружающей среде. После того как эндоспоры поглощены хозяином, они прорастают в кишечнике и дают вегетативные бактериальные клетки. Проникая в гемоцель, они вызывают септицемию, при этом ткани, являющиеся питательной средой бактерий, разрушаются. Незадолго до гибели хозяина снова образуются эндоспоры, которые распространяются в биотопе после разложения трупа хозяина и становятся источниками инфекции.

Кроме эндоспор, спорообразующие энтомопатогенные бактерии (например, *Bacillus thuringiensis*) продуцируют токсические кристаллы. Попадая вместе со спорами в кишечник насекомого, кристаллы растворяются в средней кишке, вызывая ее паралич. Токсические кристаллы вызывают гибель хозяина или ослабляют его. Бактериальные клетки проникают в полость тела и в массе размножаются в тканях организма хозяина. Бактериальные болезни независимо от конкретного возбудителя характеризуются сходными внешними симптомами. Больные насекомые малоподвижны, практически прекращают питание. Из ануса и ротового отверстия выделяется мутная жидкость. После гибели тело насекомого (особенно личинок) быстро темнеет, становится дряблым. Внутренние ткани лизируются, имеют вязкую консистенцию и темно-коричневый цвет, издают гнилостный запах. Погибшие гусеницы обычно повисают вниз головой, прикрепившись ложными ногами к субстрату. Впоследствии тело насекомых сморщивается и высыхает.

Энтомопатогенные *неспорообразующие* бактерии относятся к родам *Pseudomonas*, *Bacterium*, *Chromobacterium*, *Streptococcus*. Они встречаются на всех фазах развития насекомых, вызывая бактериозы у чешуекрылых, перепончатокрылых, прямокрылых, жуков и у видов других отрядов. Встречаемость этих бактерий на яйцах и куколках бывает очень высокой. Попадая в кишечник личинок, они в массе размножаются, проникают в полость тела и вызывают гибель насекомого. Разложившиеся трупы насекомых становятся источником инфицирования окружающей среды.

Молочные бактериальные болезни насекомых вызывают облигатные патогены *Bacillus popilliae*, *B. lentimorbus*, *B. fribourgensis*, отмеченные только у личинок пластинчатоусых: *Popillia japonica*, *Melolontha melolontha*, *M. hippocastani*, *Amphimallon solstitialis* и др.

Симптомы заболевания молочной болезнью достаточно хорошо визуально обнаруживаются. У больных личинок на спинной стороне, особенно на задних сегментах, наблюдается заметное побеление. По мере развития болезни молочное помутнение распространяется на все части тела, в том числе на ноги, которые наливаются побелевшей гемолимфой и набухают. Как правило, личинки гибнут перед линьками и перед окукливанием. Иногда признаки заболевания обнаруживаются и на взрослых жуках.

В естественных условиях личинки пластинчатоусых заражаются путем поглощения спор при питании корнями растений. Источником инфекции служат погибшие от молочной болезни личинки. Мертвые личинки, содержащие массу бактерий, разлагаются в почве, их останки разносятся водой и мелкими почвенными организмами. Здоровые личинки в поисках пищи продвигаются в почве и заражаются. Споры могут распространяться многими почвообитающими животными при их передвижении через инфицирующие участки.

В ряде стран применение биопрепаратов на основе возбудителей молочной болезни показало их высокую эффективность в борьбе с хрущами.

Группа факультативных патогенов *Bacillus thuringiensis (Bt)* относится к спорообразующим и кристаллообразующим (кристаллофорным) бактериям. Они встречаются преимущественно у представителей отряда чешуекрылые и при определенных условиях вызывают заболевание и гибель хозяина. Эти бактерии обнаружены также у представителей отрядов жесткокрылые, перепончатокрылые, клопы.

Bacillus thuringiensis обладает широким спектром патогенности по отношению к чешуекрылым и в настоящее время является основным средством микробиологической борьбы с вредителями леса во многих странах мира. Характерная особенность *Bacillus*

thuringiensis — образование в спорангии в период созревания одновременно споры и кристаллического параспорального белкового тела — эндотоксина. Кристаллы обладают инсектицидными свойствами.

Эндотоксин (кристаллы) легко растворяется в щелочной среде кишечника насекомого, вызывая острый токсикоз организма. Особенно токсичны кристаллы для гусениц чешуекрылых, у которых высокий показатель рН средней кишки.

Зараженные личинки прекращают питаться из-за паралича кишечника, наступающего вскоре после поглощения кристаллов. В зависимости от количества попавшего в кишечник токсина может наступить его частичный либо полный паралич. В присутствии растворенного кристалла споры прорастают и их вегетативные клетки заполняют кишечник, а затем полость тела, где они внедряются в клетки тканей и разрушают их. Течение болезни и ее исход в значительной степени зависят от вирулентности бактерий и от дозы попавшего в организм патогена. При остром токсикозе и септицемии насекомое погибает в течение 2—3 дней.

Некоторые штаммы *Bacillus thuringiensis*, помимо эндотоксина, вырабатывают и другие токсические вещества, оказывающие инсектицидное действие. Например, в процессе жизнедеятельности бактерии выделяют в культуральную среду ряд экзотоксинов: α -экзотоксин (фосфолипаза С, действующая на ферменты насекомых), β -экзотоксин, известный как термостабильный экзотоксин, сложное химическое соединение адениннуклеотид, который оказывает токсическое и мутагенное действие на насекомых, β_2 -экзотоксин (экзогенный метаболит урациловой природы), нарушающий физиологические процессы у насекомых.

Термостабильный экзотоксин вырабатывают не все подвиды и штаммы *B. thuringiensis*. Это обстоятельство учитывается при производстве бактериальных препаратов. За рубежом и в России выпуск экзотоксинсодержащих препаратов строго ограничен.

Для биометода наибольшее значение имеет разделение культур *Bt* на три патоварианта. Первый патовариант включает подвиды, наиболее патогенные для чешуекрылых, второй — для двукрылых, третий — для жесткокрылых. На основе отобраных культур *Bt* готовятся бактериальные препараты против вредных насекомых. Основное направление в селекции бактерий — поиск и отбор активных природных штаммов. Критерием отбора служит стабильная однородность штамма, высокая степень продуцирования спор и эндотоксина, фагоустойчивость, вирулентность и спектр патогенности для насекомых.

Грибные болезни лесных насекомых. Многие виды грибов — возбудители заболеваний насекомых, клещей и других членистоногих. В настоящее время число описанных энтомопатогенных

грибов превышает несколько сотен видов. Грибы широко распространены в лесных биотопах и играют значительную роль в динамике численности вредителей леса. По современной классификации большинство энтомопатогенных грибов, входящих в царство *Mycota* (*Fungi*), отнесены к отделам зигомицеты (*Zygomycota*, порядок *Entomophthorales*) и аскомицеты (*Ascomycota*, порядок *Hypocreales*, семейство *Clavicipitaceae*) и к обширной группе несовершенные грибы (*Mitosporic fungi*, или *Deuteromycota*).

Важная особенность многих видов паразитических грибов — их способность проникать в полость тела насекомого непосредственно через кожные покровы с помощью выделяемых ими ферментов, растворяющих кутикулу (в частности, хитиназы). Грибы могут заражать насекомых не только в фазе личинок, но также успешно в фазе куколок и имаго.

По отношению к насекомым-хозяевам грибы можно разделить на три группы: *облигатные патогены*, которые развиваются только на живых насекомых; *факультативные патогены*, развивающиеся как на живых, так и на мертвых насекомых, или на любом другом органическом субстрате; *санпротрофы*, как правило, развивающиеся на мертвых остатках насекомых, но при сильной ослабленности хозяина способные стать случайными или потенциальными патогенами. Особую группу составляют хищные грибы из группы митоспоровых.

По спектру инфекционности грибы могут быть узкоспециализированными, паразитирующими только на одном хозяине или только на определенной стадии его развития. Такие грибы в природе встречаются редко. Большинство энтомопатогенных грибов имеют широкий круг хозяев среди насекомых разных таксонов. В лесу в основном встречаются энтомопатогенные грибы, связанные с воздушно-наземной средой, хорошо вентилируемыми ярусами деревьев (грибы из отдела зигомицеты, в частности энтомофторовые) и с почвой (главным образом из отдела аскомицеты и группы несовершенных грибов).

Споры и конидии легко распространяются от источника инфекции (трупы погибших насекомых) ветром, дождевыми потоками или любыми другими факторами. Зараженных грибами насекомых легко заметить, так как поверхность их тела часто бывает густо покрыта мицелием.

При заражении грибными болезнями важное значение имеют возраст и фаза развития насекомого. Некоторые грибы группы несовершенных, например *Beauveria*, *Metarhizium*, *Cordiceps* или *Spicaria*, заражают личинок и имаго. Энтомофторовые грибы чаще заражают личинок с тонкими покровами (совки, листовертки, пяденицы) или волосистых гусениц, но в младших возрастах (коконопряды, волнянки). На развитие болезней в значитель-

ной степени влияют температура и влажность. Грибы лучше развиваются при температуре выше 24 °С и влажности 90—100 %.

Вирулентность спор и их количество в окружающей среде — очень важный фактор, способствующий заболеванию особей популяции. Степень вирулентности и жизнеспособности спор определяется скоростью их прорастания и способностью гриба проникать внутрь тела насекомого.

Способность спор к прорастанию быстро снижается от солнечной радиации, сухого воздуха, зависит от субстрата, на котором развивается гриб. Свойства субстрата имеют большое значение при производстве грибных препаратов.

Наиболее распространенные грибные болезни лесных насекомых — энтомофторозы и мускардиозы. При определенных условиях среды они способны вызывать эпизоотии и резко снижать численность вредителей леса.

Энтомофторозы вызывают облигатные патогены (отдел Zygomycota, класс Zygomycetes, порядок Entomophthorales, семейства Entomophthoraceae, Ancylistaceae, Neozygitaceae, Meristacaceae). У насекомых наблюдается вздутие и размягчение брюшка, мумификация тела, которое после образования конидий покрывается бархатным налетом. Возбудители поражают лесных насекомых из 15 отрядов, а также паутиных клещей и многоножек.

Мускардиозы вызывают грибы нескольких родов группы митоспоровых грибов (*Mitosporic fungi*). Тело пораженных насекомых мумифицируется и густо покрывается мицелием разных цветов в зависимости от возбудителя: белым (род *Beauveria*), зеленым (род *Metarhizium*), розовым (род *Spicaria*).

Среди лесных насекомых наиболее распространен **белый мускардиоз**, возбудитель которого — *Beauveria bassiana*. Хозяевами этого патогена является большинство чешуекрылых, жуков, клопов и других насекомых. Поражаются все фазы их развития.

Розовый мускардиоз вызывает гриб *Paecilomyces (Spicaria) farinosus*. Им поражаются опасные вредители леса — сибирский и непарный шелкопряды, лиственничная муха.

Зеленый мускардиоз (возбудитель *Metarhizium anisopliae*) поражает более 70 видов насекомых, в том числе 34 вида из отряда жуков, в частности шелкоунов.

Хищные грибы — группа митоспоровых грибов. Такое название они получили за способность образовывать ловчие клейкие приспособления из разветвленных гиф для умерщвления и использования в пищу нематод и обитающих в почве первичнобескрылых насекомых. Интерес к этой группе грибов возрос за последние годы в связи с широким распространением древесных нематод во многих странах мира и в ряде российских регионов.

Особую опасность представляют хвойные нематоды рода *Bursaphelenchus*, поражающие сосновые молодняки.

Вид хищных грибов *Arthrobotrys oligospora* служит продуцентом для производства биопрепарата нематофагина-БЛ, предназначенного для борьбы с нематодами.

Болезни, вызываемые простейшими. Тип простейшие (Protozoa) — одноклеточные организмы со сложным циклом развития и размножения. Многие из них в процессе эволюции приспособились к жизни внутри организма насекомых как симбионты или паразиты. В настоящее время известно более 1 500 видов простейших, паразитирующих в теле насекомых разных отрядов и вызывающих заболевания разной степени тяжести.

Целый ряд видов способен вызывать эпизоотии в популяциях лесных насекомых, другие служат причиной хронических заболеваний, ослабляя хозяина и тем самым усиливая его чувствительность к вирусной или бактериальной инфекции.

У простейших жизненный цикл складывается из последовательной смены форм бесполого размножения: путем множественного деления — шизогонии, образования половых клеток — гамет (гаметогония) и формирования спор с несколькими зародышами (спорогония).

По современной классификации, тип простейших включает 7 классов. Для целей биометода значение имеют классы споровики (Sporozoa) и книдоспоридии (Cnidosporidia).

Активными паразитами насекомых являются виды отряда грегарины и кокцидии (класс споровики), паразитирующие на жуках, прямокрылых, чешуекрылых. Из класса книдоспоридии большое значение имеет отряд микроспоридии (*Microsporidia*), объединяющий облигатных внутриклеточных паразитов многих чешуекрылых и жуков (короеды, усачи). Болезни, вызываемые этими паразитами, называются **микроспоридиозами**. Для биометода наиболее перспективны микроспоридии семейства Nosematidae, включающего 8 родов и более 100 видов. Они вызывают снижение плодовитости, нарушают процессы линьки и метаморфоза, препятствуют появлению зимней диапаузы у насекомых. В связи с этим эпизоотии оканчиваются гибелью большинства зараженных насекомых обычно в критические для существования популяции периоды.

Характерный признак микроспоридиоза — неравномерный рост личинок, диспропорция тела, большеголовость, изменение окраски тела. Споры микроспоридий устойчивы к неблагоприятным условиям и долго сохраняются вне организма хозяина.

Среди лесных насекомых наиболее широко распространены микроспоридии родов *Nosema*, *Thelohania*, *Plistophora*. *Nosema* встречается на 60 видах насекомых, в том числе на всех коконоп-

рядах, многих видах волнянок, листоверток, пядениц, на майском хруще, древооточке пахучем, на короедах. *Thelephania* чаще всего поражает чешуекрылых (зимняя пяденица, непарный шелкопряд, златогузка). *Plistophora* ассоциирована с гусеницами листоверток, златогузки, боярышницы и др.

Микроспориозы носят ярко выраженный очаговый характер, поэтому микроспориозы целесообразно использовать путем внесения в те части ареала вредителей, где эти паразиты отсутствуют, а также для локальной защиты при нарастающей численности фитофагов.

18.13. Биопрепараты на основе микроорганизмов и технология их применения

Общие сведения. Биологические препараты представляют собой биологические средства борьбы с вредителями и возбудителями болезней растений, активными ингредиентами которых являются микроорганизмы или их метаболиты.

Впервые в мировой практике энтомопатогенные микроорганизмы были применены против вредных насекомых И. И. Мечниковым (1879), при этом использовался гриб *Metarhizium anisopliae* против хлебного жука.

В 30-х годах XX в. акад. В. П. Поспелов разработал наиболее важные теоретические положения по использованию микроорганизмов для биологической борьбы с вредными насекомыми. Впоследствии учеными разных стран были разработаны основные принципы микробиологической борьбы с применением разных групп патогенов, которые должны отвечать следующим требованиям:

- 1) безопасность для человека и животных;
- 2) высокая вирулентность для насекомого-мишени, легкое распространение в его популяциях и высокая смертоносность для насекомого-мишени;
- 3) быстрое развитие патологического процесса, с тем чтобы насекомые до прекращения питания или гибели не успели нанести серьезный ущерб растениям;
- 4) экономичное производство биопрепаратов, а также сохранение их жизнеспособности и вирулентности на определенный срок.

Основной источник получения исходных штаммов микроорганизмов — природная среда. Активное начало биопрепаратов (микроорганизмы или биологические агенты) выделяют из погибших и больных насекомых, с поверхности растений или из почвы, где обнаружены погибшие объекты.

Из природных штаммов отбирают наиболее активные, селективируют и выделяют в чистую культуру, которую используют для массового размножения и приготовления препаратов. Кроме того, в России и за рубежом методами генной инженерии и биотехнологии конструируют рекомбинантные трансгенные штаммы микроорганизмов для получения культур, обладающих генетически однородными свойствами и высокой энтомоцидной активностью.

Большинство факультативных патогенов (бактерии, грибы из группы митоспоровые и др.) выращивают на искусственных питательных средах. Облигатные патогены на искусственной среде не выращивают. Вирусы, микроспориозы и бактерии-возбудители молочной болезни развиваются на живом насекомом — хозяине.

После заражения и гибели хозяина из его тела выделяют биомассу патогена, которую используют для приготовления биопрепаратов.

В настоящее время в мире разработано и продается несколько десятков препаратов. В России их выпускают биофабрики и коммерческие фирмы.

Справочные сведения о биопрепаратах и выпускающих их предприятиях можно найти в приложениях к журналу «Защита растений» в «Списках пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации».

Биопрепараты выпускаются в различных препаративных формах: стабилизированные порошки (СП), сухие пылевидные порошки (СХП), концентраты эмульсий (КЭ), жидкие (Ж), суспензированные концентраты (СК), текучие пасты (ТПС), гранулированные (Г), таблетки (ТАБ), твердые брикеты (ТБ). Препаративная форма тесно связана с технологией применения биопрепаратов, сроками их использования и способами хранения. В рецептурных формах носителями биопрепаратов являются инертные ингредиенты — каолин, аэросил, природные цеолиты. Любой выпускаемый на продажу биопрепарат оценивается его эффективностью. При этом препарат должен соответствовать эталону-стандарту, разработанному международным номенклатурным комитетом.

Характеристика бактериальных препаратов. Практически все отечественные и зарубежные препараты готовят на основе многочисленных культур кристаллоносной бактерии *Bacillus thuringiensis*. Культуры обладают стойкими индивидуальными свойствами и их различают по вирулентности к насекомым. Ко всем бактериальным препаратам предъявляют общие требования, они должны быть стандартными, однородного состава, с неизменной биологической активностью.

Биологическая активность (БА), или эффективность, препарата оценивается методом биопроб, при которых устанавливают, какое число кристаллов и спор вызывает 50%-ю смертность опытных насекомых за определенное время. Этот показатель выражается индексом ЛД₅₀ (летальная доза).

В 60—90-гг. XX в. выпускались отечественные бактериальные препараты в виде смачивающихся порошков (СП): дендробациллин с титром 30 млрд спор в 1 г и инсектин СП с титром 60 млрд спор в 1 г, предназначенные для борьбы с сибирским шелкопрядом; гомелин — против соснового шелкопряда; энтобактерин — против пядениц и листоверток.

В настоящее время принято все выпускаемые в мире биопрепараты стандартизировать по международному эталону, поскольку на рынок поступает большое число биопрепаратов из разных стран под разными названиями.

Около названия каждого препарата должен стоять международный стандарт.

Лепидоцид — спорово-кристаллический комплекс, готовится на основе культуры *Bacillus thuringiensis var. kurstaki*. Специфической особенностью культуры является способность продуцировать в одной бактериальной клетке два кристалл-токсина (эндотоксина) различной белковой природы. Все препараты лепидоцида имеют широкий спектр действия.

Лепидоцид, СК (БА-2000, ЕА/мг) выпускает ООО ПО «Сиббиофарм». Применяется в защите леса против многих хвое- и листогрызущих вредителей (сибирского и соснового коконопрядов, монашенки, непарного шелкопряда, листоверток и пядениц и др.). Норма расхода 3 кг/га, в зависимости от вида вредителя, породного состава и возраста лесных насаждений.

Лепидоцид, СП (БА-3000 ЕА/мг) выпускает Бердский завод ООО ПО «Сиббиофарм». Применяется против златогузки, зеленой дубовой листовертки, кольчатого и соснового коконопрядов, непарного шелкопряда, пядениц зимней и обдирало, горностаевых молей, монашенки и др. Норма расхода — 0,5; 0,8; 1,0; 1,5 кг/га.

Лепидобактериод, Ж (БА-2000 ЕА/г) выпускает НПП «Экосервис». Применяется против многих хвое- и листогрызущих вредителей леса, сада и декоративных насаждений. Норма расхода 2—3 л/га, против можжевельной моли — 8 л/га.

Битоксибациллин, спорово-кристаллический комплекс, основан на культуре бактерии *Bacillus thuringiensis var. thuringiensis*, серотип 1 (Н₁). В препаратах кроме спор и кристаллов (эндотоксина) (1:1) содержится 0,8—1 % экзотоксина.

Битоксибациллин, СП (БА-1500 ЕА/мг) выпускает ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии и ООО ПО «Сиббиофарм». Применяется против кольчатого, непарного шелкопряда, монашенки, сосновой совки, горностаевых молей, пядениц; в городских условиях — против многих вредителей декоративных насаждений, в том числе паутинных клещей (80—100 г на 10 л воды). Норма расхода в листовых насажде-

ниях 0,8—1,5 кг/га, в хвойных — 1,0—1,5 кг/га при авиаобработках. При наземных обработках в садах, парках — норма расхода 0,5—3,0 л на 10 м² или 2,0—5,0 л на 1 дерево.

Среди новых препаратов, разрешенных к применению в лесу, выпускаются препараты биологического синтеза, представляющие собой комплекс продуктов жизнедеятельности живых организмов. Таким препаратом является **фитоверм КЭ** (производство ООО НЦ «Фармбиомед»), действующее вещество которого — аверсектин С, инсектицид биологического синтеза широкого спектра действия. Рекомендован для наземных обработок против листоверток, молей, совок и других листогрызущих насекомых и клещей.

Характеристика вирусных препаратов. Трудность производства вирусных препаратов связана с проблемой содержания насекомых-хозяев чистых линий, свободных от скрытых (латентных) или хронических инфекций, в инсектариях или специальных боксах с разработкой для них рецептур искусственного питательного корма. Создание вирусных препаратов с использованием насекомых, взятых непосредственно из природы, не гарантирует чистоту продукции.

В России для биологической борьбы с лесными вредителями разработано несколько вирусных препаратов на основе бакуловирусов, вызывающих ядерные полиэдры общего и кишечного типа и гранулезы. Эти препараты обладают исключительной видоспецифичностью, их действие направлено на одного вредителя, что отражено в названии препарата.

Вирион — ГСШ, Ж (титр 50 млрд гранул/мл) — разработан на основе вируса гранулеза сибирского шелкопряда. Выпускается Институтом систематики и экологии животных СО РАН. Норма расхода 0,2—0,3 кг/га при авиационной обработке.

Вирион-Диприон, Ж (титр препарата 1 млрд полиэдров/мл). Разработан на основе вируса ядерного полиэдроза рыжего соснового пилильщика. Выпускается Институтом систематики и экологии животных СО РАН и ВНИИ бакпрепарат.

Норма расхода при авиационной обработке сосновых насаждений 0,01—0,04 л/га.

Вирион ПШМ, Ж (титр 1 млрд полиэдров/мл). Разработан на основе вируса ядерного полиэдроза шелкопряда монашенки. Выпускается Институтом систематики и экологии животных СО РАН. Рекомендован для авиационной обработки для защиты насаждений от шелкопряда монашенки с нормой расхода 0,5 л/га.

Характеристика грибных препаратов. Грибные препараты обладают широким спектром инфекционности. Они действуют на вредителей контактно, поэтому могут поражать насекомых и в непитающейся фазе.

Энтомопатогенные грибы легко культивируются на искусственных питательных средах в лабораторных условиях и на биофабриках. В лесных питомниках против вредителей корневых систем растений (хрущи, шелконы и др.) и насекомых, зимующих в почве (подкорного соснового клопа и др.), применяют **боверин**, против сосущих вредителей **вертициллин** и **микоафидин**.

Биопрепараты на основе микроспоридий. Несмотря на то, что микроспоридии широко распространены в популяциях насекомых, производство препаратов на их основе практически не развито. Опыты по применению микроспоридий в лабораторных и природных условиях против непарного шелкопряда (микроспоридия *Nosema lymantria*), американской белой бабочки (микроспоридия *Telohania hyphantria*) и другие показали перспективность использования этих микроорганизмов против вредных чешуекрылых.

Глава 19

Химические методы защиты леса

19.1. Общие сведения

Химический метод защиты леса основан на использовании органических и неорганических веществ, токсичных для вредных организмов. Химические вещества наносят непосредственно на вредные организмы, на поверхность различных органов растений или вносят в среду обитания (почву, древесину, воздушную среду). Химические средства защиты растений отличаются универсальностью, их можно применять против большинства вредителей и болезней леса на разных эколого-производственных лесных объектах, в том числе в питомниках, лесах, теплицах, на складах древесины и др.

Развитие химического метода защиты растений началось в начале XX в. К середине века масштаб его применения возрос на несколько порядков. Достаточно широко он применяется и сейчас. Одно из важных преимуществ этого метода перед другими — возможность механизации обработок. Использование новой совершенной аппаратуры позволяет значительно повысить производительность лесозащитных работ, снизить затраты и время на их проведение. Кроме того, применение химических пестицидов, действующих на вредителей, дает возможность в короткий срок ликвидировать их очаги на больших площадях.

Основной недостаток химического метода — отрицательное влияние пестицидов на полезную фауну леса, микрофлору почвы, токсичность ряда из них для человека и теплокровных животных. В районах, где ведется интенсивная химическая обработка растений, резко сократилась численность их опылителей (пчел, шмелей и др.). После многократных обработок вредители приобретают устойчивость к химическим веществам, что снижает эффективность их применения.

Результативность использования химического метода сильно зависит от погодных условий: осадков, ветра, температурных условий.

Химические вещества, используемые для защиты растений, называются *пестицидами* (от лат. *pestis* — зараза, разрушение и *cide* — убивать). Пестициды классифицируются по химическому составу, объектам применения, а также характеру действия и способам проникновения в организм.

19.2. Классификация пестицидов и их токсичность

Пестициды обладают свойствами, которые усиливают их отрицательное воздействие на окружающую среду. Технология применения этих веществ предполагает прямое попадание их на объекты окружающей среды, где они находятся до полного распада.

В любой экосистеме пестициды передаются по цепям питания и долгое время циркулируют во внешней среде, поступая из почвы в воду, из воды в планктон, затем в организмы рыб и человека или из воздуха и почвы — в растения, организмы травоядных животных и человека.

Пестициды обладают большой биологической активностью, что опасно для животных компонентов экосистем и человека, способностью накапливаться в организмах, стойкостью к природным условиям.

Все чаще проявляются негативные последствия применения пестицидов вследствие их миграции в окружающей среде на большие расстояния.

По мере развития науки и производства постепенно меняется стратегия применения пестицидов, изыскиваются наименее опасные химические вещества избирательного действия, быстро разрушающиеся в окружающей среде, совершенствуются методы и способы применения пестицидов, существенно расширяется спектр используемых веществ и их соединений, снижаются нормы расхода препаратов за счет повышения их эффективности и совершенствования технологии применения, что особенно важно для леса.

Ассортимент химических средств защиты растений в России и в мире ежегодно обновляется. Он постоянно пополняется более эффективными и менее опасными в экологическом отношении препаратами. Ведутся активные поиски их оптимальных форм, удобных для хранения, применения и менее опасных для пользователей.

Химические методы защиты растений и насаждений назначаются в том случае, когда другие средства и методы недостаточны или малоэффективны. Эти методы требуют серьезного и доказательного обоснования планируемых мероприятий, высокой квалификации исполнителей, эффективных средств механизации и технологий, строгого выполнения установленного регламента и техники безопасности. Одно из важных преимуществ химических методов защиты растений и насаждений перед другими — возможность механизации работ. Использование авиации и новой совершенной аппаратуры позволяет значительно повысить производительность лесозащитных работ, снизить затраты и время на их проведение, ликвидировать очаги вредителей на больших площадях.

По **объектам применения** пестициды подразделяют на следующие группы: инсектициды (от лат. *insectum* — насекомое) — для борьбы с насекомыми; акарициды (от лат. *acarus* — клещ) — для борьбы с клещами; инсектоакарициды — для защиты растений одновременно от вредных насекомых и клещей; овициды (от лат. *ovum* — яйцо) — для уничтожения яиц вредных насекомых и клещей; ларвициды (от лат. *larva* — личинка) — для уничтожения личинок насекомых и клещей; моллюскициды — для борьбы с моллюсками; нематоциды (от лат. *nematodes* — круглые черви, фитогельминты) — для борьбы с вредными нематодами; родентициды (зооциды) — для борьбы с вредными грызунами; фунгициды (от лат. *fungus* — гриб) — для борьбы с грибными заболеваниями; бактерициды (от лат. *bacteria* — бактерия) — для борьбы с бактериями; антисептики (от лат. *ant* — против, *septicos* — вызывающий гниение) — для борьбы с гнилями древесины; гербициды (от лат. *herbum, herbi* — трава) — для уничтожения нежелательной травянистой (сорной, ядовитой) растительности; **арборициды** — для уничтожения нежелательной древесно-кустарниковой растительности; **альгициды** — для уничтожения водорослей; **афициды** — для борьбы с тлями; **вермициды** — для борьбы с червями; **вирусоциды** — для борьбы с вирусами; **хемостерилианты** — для половой стерилизации насекомых. Классификация по объектам применения в известной степени условна, так как многие пестициды обладают универсальностью действия, способностью поражать разные группы вредных организмов.

По **химическому составу** выделяют три основные группы пестицидов: **неорганические соединения** (соединения ртути, меди, серы, фтора, бария и т.д.); **органические соединения** (хлорорганические, фосфорорганические соединения, синтетические пиретроиды, производные карбаминовой, тио- и дитиокарбаминовой кислот, нитрофенолы и др.); **препараты растительного, бактериального и грибного происхождения** (пиретрины, антибиотики).

Инсектициды поступают в организм насекомых через дыхательные органы, кожные покровы, пищеварительный тракт, что вызывает нарушение их жизнедеятельности и гибель. Проникнув в живые клетки, они изменяют физико-химические свойства цитоплазмы, разрушают мембраны органелл, нарушают реакцию среды и условия нормального функционирования клеточных белков, вызывают гибель клеток. Особенно чувствительны к действию инсектицидов ферменты. Инактивация какого-либо фер-

мента, участвующего в важном метаболическом процессе, оказывает угнетающее, а иногда и летальное действие на организм насекомого.

По характеру действия все инсектициды подразделяют на группы кишечного, контактного, системного действия и фумиганты. *Кишечные* действуют, попадая в пищеварительные органы насекомых с пищей; к *контактным* относят вещества, попадающие через кожные покровы и вызывающие гибель насекомых при контакте с ними; *системные* способны проникать в растения, перемещаться в их тканях и вызывать гибель вредителей при питании соками и тканями этих растений; *фумиганты* вызывают гибель вредителей, поступая в дыхательные пути в виде газа или пара. Многие инсектициды обладают всеми или несколькими типами действия одновременно.

При кишечном отравлении насекомых инсектицид поступает в организм с пищей, вызывая отмирание эпителиального слоя средней кишки и нарушая работу ферментативных систем. Затем яд попадает в гемолимфу и приводит к общему отравлению организма.

Контактное отравление насекомых происходит различными путями. Чаще всего инсектицид, проникая через кожные покровы, ассимилируется жировой тканью и далее распространяется с током гемолимфы, достигая нервной системы. Поступая в организм, инсектицид может подвергаться различным изменениям, превращаясь в еще более токсичные продукты или теряя ядовитость. При этом продукты метаболизма инсектицидов выделяются через мальпигиевы сосуды, обезвоживаются в жировом теле и откладываются в клетках с последующим отделением при линьке насекомых.

Скорость отравления различна и сопровождается нарушением обмена веществ. В организме уменьшается количество воды, жиров, белковых веществ, деформируется жировое тело, разрушаются форменные элементы гемолимфы.

Под действием инсектицидов может меняться окраска насекомых; их гибели иногда предшествует потеря в массе. В небольших дозах инсектицид не вызывает смерти насекомого, но он нарушает физиологические функции отдельных органов и их дальнейшее нормальное развитие: у выживших после обработки особей появляется дегенеративное потомство, уменьшаются размеры и масса насекомых, снижается их плодовитость, увеличивается смертность в ближайших поколениях.

Существует избирательность токсического действия инсектицидов по отношению к различным видам насекомых: одни действуют на многих, другие — на ограниченное число видов.

Иногда у насекомых наблюдается привыкание к яду. Оно может быть результатом применения слишком малой дозы инсектицида или действия других факторов. В этом случае обычные смертельные дозы уже не действуют и их нужно значительно увеличивать. Особенно быстро развивается устойчивость к органическим веществам (7—20 поколений). Привыкание к яду — явление временное и при смене ядов быстро исчезает. Однако в процессе естественного отбора могут появляться особи с повышенной индивидуальной устойчивостью к отдельным ядам, которая может закрепиться в поколениях и стать постоянным наследственным признаком.

Способность пестицидов токсически (отравляюще) действовать на растение называют *фитотоксичностью*. Она проявляется при неправильном применении пестицидов, когда превышаются допустимые концентрации или нарушается технология обработки растений. При этом пестициды могут повреждать защищаемые древесные породы, а также соседние с ними деревья и подлесок. Действие пестицидов на растения начинается с момента контакта и проникновения через листья, стебли или корни. При быстром распространении по растению пестициды вызывают общее отравляющее действие, влияющее на весь организм. Если пестицид распространяется медленно и локализуется в местах проникновения в растения, то оказывает местное действие. Чаще всего оно проявляется в виде ожогов листьев, на которых возникают бурые и коричневые пятна. Ожигающее действие пестицидов обусловлено присутствием ионов водорода в рабочем растворе и зависит от степени электролитической диссоциации соединений.

При общем повреждении растений происходят глубокие физиологические изменения в транспирации, фотосинтезе, водном обмене, ферментативных реакциях. При сильном отравлении растение может погибнуть. Пестициды оказывают на растения и стимулирующее влияние, что приводит к усилению роста, увеличению плодоношения, их большей устойчивости.

При подборе и испытании пестицидов проверяют их действие на растения. По возможности пестицид должен быть малотоксичным для растения, но сильно действующим на вредный организм. Пригодность препарата характеризуется хемотерапевтическим коэффициентом (ХК), который выражается отношением минимальной дозы пестицида, убивающей вредный организм (D_1), к максимальной дозе, переносимой защищаемым растением (D_2): $ХК = D_1/D_2$.

Большинство применяемых пестицидов в той или иной степени токсично для человека и теплокровных животных. Проникнув в организм, пестициды быстро распространяются в нем, избирательно накапливаясь в отдельных частях или органах тела. При этом одни связываются белками или прочими компонентами клеток, другие подвергаются метаболизму и выводятся из организма. В больших количествах пестициды накапливаются в печени, почках, сердце. Процессы метаболизма наиболее активны в печени, почках и тканях кишечника. Его продукты выводятся через почки, желудочно-кишечный тракт, легкие, кожу и молочные железы. Под влиянием многих пестицидов нарушается синтез ге-

моглобина, изменяется морфологический состав крови. Некоторые инсектициды способствуют кожным заболеваниям, действуют на органы дыхания, стимулируют образование опухолей, вызывают нежелательные мутации, нарушают процессы оплодотворения и развития плода.

В зависимости от токсичности и степени опасности для человека и теплокровных животных создана гигиеническая классификация пестицидов в целом. Она основана на токсическом действии пестицидов, вводимых в желудок экспериментальным животным (крысам), и определяется в миллиграммах на 1 кг живой массы. По этому принципу пестициды делят на четыре группы:

- сильнодействующие — ЛД₅₀ до 50 мг/кг;
- высокотоксичные — ЛД₅₀ от 50 до 200 мг/кг;
- среднетоксичные — ЛД₅₀ от 200 до 1 000 мг/кг;
- малотоксичные — ЛД₅₀ более 1 000 мг/кг.

Все пестициды, применяющиеся в сельском и лесном хозяйстве, распределены по этим группам. Использование сильнодействующих и высокотоксичных пестицидов ежегодно уменьшается. Работа с ними требует особых мер предосторожности, проводится по специальным инструкциям обученным персоналом. Токсичность пестицидов может быть классифицирована по способности проникать через кожные покровы, по кумуляции, накоплению в организме, стойкости сохранения в почве, способности вызывать опухоли у животных и мутагенности.

Степень опасности пестицидов для организмов характеризуется летальной (смертельной), сублетальной и пороговой дозами. *Летальная (смертельная) доза* (ЛД) вызывает гибель подопытного объекта. *Сублетальная доза* нарушает жизнедеятельность организма, но не приводит его к гибели. *Пороговая доза* — это наименьшее количество вещества, которое вызывает изменения в организме, определяемые наиболее чувствительными биохимическими и физиологическими тестами при отсутствии внешних признаков отравления животного.

На практике о токсичности пестицидов судят по усредненной характеристике, чаще всего по дозам, вызывающим 50%-й эффект, — *среднелетальным дозам* (ЛД₅₀). Токсичность зависит от целого ряда факторов, из которых главные — свойства самих пестицидов, биологические особенности живых организмов, против которых они применяются, и внешние условия. Для защиты растений предпочтительны высокотоксичные для вредителей химически стойкие пестициды, не обладающие другими отрицательными свойствами. Для большей сохранности высоколетучих веществ в состав препаратов вводят специальные вещества — антииспарители.

Большое значение имеют такие свойства пестицида, как прилипаемость и смачивающая способность, которые удерживают яд на обработанной поверхности и улучшают контакт вещества с вредителем. Для

улучшения этих свойств к препаратам добавляют вспомогательные вещества — прилипатели и смачиватели.

Из условий внешней среды наибольшее влияние на токсичность пестицидов оказывает температура. Под ее воздействием может изменяться как активность самого вещества, так и реакция организма. С повышением температуры увеличиваются потери пестицида с обработанной поверхности, но одновременно токсичность его может повышаться, например, в результате образования более токсичных веществ. В то же время в условиях оптимальной температуры организм становится более чувствительным к яду, так как усиливаются процессы обмена веществ. Пестициды, токсичность которых увеличивается с повышением температуры, относят к веществам с положительным температурным коэффициентом, а те, токсичность которых с повышением температуры снижается, — к веществам с отрицательным температурным коэффициентом. Большинство современных препаратов принадлежит к первой группе. Продолжительность сохранения токсичности резко уменьшается под воздействием влажности воздуха, солнечной радиации, ветра и осадков. Эти факторы косвенно снижают токсичность ядовитого вещества.

На токсичность пестицидов значительно влияют и анатомо-морфологические особенности вредителей. Например, взрослые особи шитовок, защищенные восковым щитком, не погибают после обработки контактными инсектицидами, против них эффективны лишь системные пестициды.

На разных фазах развития организм насекомого неодинаково воспринимает воздействие яда. Во многих случаях фазы яйца и куколки устойчивее личинок и взрослых насекомых, но некоторые пестициды действуют преимущественно на яйца насекомых.

Ежегодно до сведения потребителей и профессионалов межведомственной комиссией, в которую входят кроме специалистов защиты растений токсикологи, экологи, специалисты водного хозяйства и здравоохранения, доводится *список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации*. В нем дается перечень инсектицидов и акарицидов, наименования препаративных форм, указания изготовителей, нормы расходов препаратов и их концентрации, объекты, против которых они применяются, и ограничения по использованию территориями, на которых они должны действовать.

19.3. Препаративные формы инсектицидов

Для борьбы с вредителями и болезнями леса применяют следующие формы препаратов: дусты, смачивающиеся порошки, гранулированные препараты, растворы в воде и органических растворителях, концентраты эмульсий, аэрозоли, фумиганты.

Дусты — это порошки очень тонкого размола, представляющие собой смесь действующего вещества (д. в.) и наполнителя.

В качестве наполнителя используют тальк, пирофилит, мел, каолин, трепел, силикагель и различные глины, не изменяющие химических свойств пестицида. Предпочтение отдают пирофилиту и тальку, так как они имеют слоистую структуру и поэтому лучше прилипают к растениям. Для уменьшения непроизводительной распыляемости и потерь из-за сноса мелких и мельчайших частиц к дустам добавляют 3—5 % минерального масла. Оптимальный диаметр частиц дуста при наземных обработках 15—25 мкм, более грубые дусты (с диаметром частиц 70 мкм и более) плохо удерживаются на листьях растений.

Смачивающиеся порошки — порошковидные пестициды, содержащие действующее вещество, наполнители и поверхностно-активные вещества и прилипатели. При разбавлении водой они дают устойчивые суспензии. Применение их имеет значительные преимущества: уменьшаются непроизводительные потери, так как суспензии лучше прилипают к растениям и дольше удерживаются на них. Смачивающиеся порошки высокодисперсны и содержат 80 % частиц диаметром 30 мкм. Обычно эти порошки включают 30—80 % действующего вещества, 15—60 % наполнителя, 2—4 % поверхностно-активного вещества и прилипателя. Смачивающиеся порошки часто используют для приготовления водных суспензий, представляющих собой устойчивые взвеси твердых частиц в воде. Для этого порошок сначала смешивают с небольшим количеством воды до получения сметанообразной массы, которую затем при постоянном помешивании соединяют с оставшимся количеством воды.

Гранулированные препараты — это пестициды зернистой формы, состоящие из действующего вещества и наполнителя. Средний диаметр гранул составляет 0,25—5 мм. Гранулированные препараты готовят путем пропитки пестицидом гранул из минералов перлита, вермикулита, а также грануляцией порошковидных препаратов. Такие препараты вносят в почву для борьбы с почвообитающими вредными насекомыми и для интоксикации растений через корневую систему. Применение гранулированных препаратов уменьшает опасность загрязнения окружающей среды.

Растворы пестицидов в воде и органических растворителях применяют редко, так как они имеют большое поверхностное натяжение, вследствие чего плохо смачивают обрабатываемую поверхность, а также неудобны при хранении и транспортировке. Наиболее совершенны, эффективны и удобны в применении и хранении масляные растворы.

Концентраты эмульсий — жидкие или пастообразные пестициды, содержащие действующее вещество, растворитель, эмульгатор и смачиватель. При разбавлении водой образуют устойчи-

вые, долго не расслаивающиеся эмульсии, дисперсную фазу которых составляют капельки масла с растворенным в нем пестицидом, а дисперсную среду — вода. Концентраты эмульсий готовят с применением гомогенизаторов.

Для улучшения физико-химических свойств пестицидов служат вспомогательные вещества — **бонификаторы**. Они способствуют лучшему покрытию и удержанию раствора на растениях с плохо смачиваемой поверхностью листьев, так как снижают поверхностное натяжение. Поверхностно-активные вещества увеличивают вязкость раствора и уменьшают испарение капель. В результате этого продолжительность контакта с поверхностью растений увеличивается. В качестве бонификаторов используют мыла, препараты ОП-7 и ОП-10, АИ-4П, тритон ЦС-7, аграл 90, концентраты сульфитно-спиртовой барды.

Мыла — жидкие и твердые, калиевые и натриевые соли различных жирных кислот. Мыла растворяются в воде и дают сильно пенящиеся растворы, которые имеют малое поверхностное натяжение, поэтому хорошо смачивают кожные покровы насекомых и листья растений. Мыла обладают инсектицидным свойством, и их применение в виде 3—4%-х растворов даст удовлетворительные результаты в борьбе с тлями и трипсами; фитонцидным действием мыла не обладают.

Составы для борьбы с вредителями редко представляют собой технически чистые яды. Обычно в рабочих составах (дусты, растворы, суспензии, эмульсии) содержится только некоторое количество действующего начала, т.е. яда. Оно должно обеспечить гибель насекомого, против которого предназначен рабочий состав.

Концентрация рабочего состава выражается в процентах по массе пестицида (действующего вещества), например 3%-й раствор фтористого натрия (30 г на 1 л воды). Однако на практике нередко под концентрацией понимают содержание не действующего вещества, а исходного продукта (препарата), из которого готовится рабочий раствор. Например, 5%-я эмульсия 8%-го концентрата хлорофоса.

Норма расхода — это количество пестицида (или рабочего состава), расходуемое на обработку единицы площади (m^2 , га) или дерева. Норма расхода может рассчитываться по препарату в целом или по количеству действующего вещества.

Расход пестицидного препарата определяют концентрацией действующего вещества *в рабочем составе*. Более высокая концентрация позволяет применять меньшие нормы расхода рабочего состава, но при этом количество пестицида, приходящееся на обрабатываемую единицу, должно оставаться без изменения.

Пестициды обычно изготавливают из дешевого недефицитного и неогнеопасного сырья. Их применение должно быть экономи-

чески выгодным. Стандарты пестицидов предусматривают точное название пестицида, состав, содержание действующего химического вещества, наполнителей, тонину помола для дустов и смачивающихся порошков, влажность, способы отбора проб для анализа; в стандартах указаны также вид упаковки, условия и срок хранения, технические условия на изготовление пестицида.

19.4. Способы применения пестицидов

Пестициды применяют путем опрыскивания и опыливания растений, создания аэрозолей, фумигации почвы, помещений, семян и посадочного материала, интоксикации растений, протравливания семян, черенков и почвы, изготовления отравленных приманок и преград, антисептирования древесины.

Опрыскивание — нанесение пестицида в виде раствора, суспензии или эмульсии на поверхность растений или тела вредителя с помощью опрыскивателей. Применяется наземное и авиационное опрыскивание. Эффективность опрыскивания зависит от величины, количества и распределения капель рабочих составов инсектицидов на обрабатываемой поверхности. Различают *крупнокапельное* (диаметр капель более 300 мкм), *среднекапельное* (151 — 300 мкм), *мелкокапельное* (51 — 151 мкм) опрыскивание. В первых двух случаях расходуется большое количество рабочей жидкости, что в условиях лесного хозяйства экономически нецелесообразно. В настоящее время применение крупнокапельного и среднекапельного опрыскивания ограничено, они употребляются лишь при наземном способе и на небольших площадях. При авиационном опрыскивании наиболее приемлем способ мелкокапельного опрыскивания с расходом рабочей жидкости до 50 л/га. В зависимости от нормы расхода при мелкокапельном опрыскивании различают *малообъемное* и *ультрамалообъемное*.

Малообъемным называют опрыскивание со сравнительно небольшой нормой расхода рабочей жидкости — 5—50 л/га. Для этого используют водные эмульсии и суспензии, мелкие капли которых в наибольшей степени подвержены сносу и испарению. Поэтому опрыскивание с расходом менее 20—25 л жидкости на 1 га водными препаратами не применяют.

Ультрамалообъемное опрыскивание (УМО) проводится неразбавленными водой концентратами эмульсий с нормами расхода 0,5—10 л/га. По сравнению с малообъемным это опрыскивание при авиаобработках увеличивает производительность самолета более чем в 4 раза и значительно удешевляет стоимость работ, не требует предварительной подготовки рабочих растворов, умень-

шает контакт рабочих с химическими веществами. Для УМО готовят специальные инсектицидные препараты.

Аэрозольная обработка — это использование дисперсных систем, содержащих частицы во взвешенном состоянии. Аэрозоли делятся на жидкие (туманы) и твердые (дымы). При обработке насаждений они оказывают кратковременное воздействие на насекомых при непосредственном контакте с ними и имеют остаточное последствие при отложении инсектицидов на растениях. Эффективны в борьбе с насекомыми во взрослой фазе (летающие бабочки, пилильщики) и с питающимися в кронах личинками. Аэрозоли хорошо проникают в кроны деревьев, щели и трещины коры. При работе с аэрозолями значительно уменьшается расход рабочей жидкости, увеличивается производительность труда, улучшаются равномерность покрытия поверхностей жидкостью и прилипаемость. Однако возникают затруднения в управлении аэрозолями, так как обычно туман подвергается воздействию воздушных токов и разносится этими токами.

Опыливание в прошлом применялось достаточно широко против открыто живущих вредителей леса в их очагах. В настоящее время его применение ограничено и используется в основном для защиты от вредителей корневых систем саженцев перед их посадкой.

Интоксикация растений — обработка крон деревьев инсектицидами внутрирастительного действия, которые, внедряясь в ткани, проникая в соки растения и распространяясь по его сосудистой системе, делают его ядовитым для вредителей. Этим методом пользуются для борьбы с сосущими и скрытноживущими насекомыми.

Фумигация — использование летучих веществ, способных внедряться в скважины почвы или распространяться в воздушную среду закрытых помещений или внутри тары для хранения семян. Фумигацией протравливают почву, склады и семеновохранилища. Своеобразный метод фумигации — введение инсектицидов в ходы стволовых вредителей.

Для внесения фумигантов в почву используют порошковидные или гранулированные препараты. На больших площадях применяют гербицидно-аммиачные машины ГАН-8, ГАН-15 или специально оборудованные культиваторы, при этом инсектициды вносят сплошным или ленточным способом.

Отравленные приманки — применение инсектицидов вместе с приманочным кормом или материалом для укрытия. Для приготовления приманок используют преимущественно препараты кишечного действия и кормовые средства, которые хорошо поедают грызуны и обитающие в почве или на ее поверхности насекомые. В качестве приманочного материала используют зерно,

крупу, мякину, жмых, измельченные корнеплоды и др. Для получения влажных отравленных приманок приманочный материал пропитывают раствором или суспензией инсектицида. Полусухие отравленные приманки содержат меньше влаги, так как приманочный материал после обработки раствором или суспензией пестицида слегка подсушивают. Сухие отравленные приманки изготавливают, смешивая приманочный материал с порошком инсектицида. В состав приманок иногда добавляют клеящие вещества.

Антисептирование — обработка поверхности древесины химическими веществами, защищающими ее от разрушения точильщиками и другими техническими вредителями. Существуют разные способы антисептирования — глубокая диффузионная пропитка древесины или ее поверхностная обработка. Выбор способов и средств антисептирования зависит от свойств антисептика, назначения сооружений, местонахождения защищаемых конструкций, влажности древесины, наличия соответствующего оборудования и других условий.

Глава 20

Авиационный метод обработки очагов вредителей леса

Для защиты леса от насекомых на больших площадях используют опрыскиватели, установленные на самолетах Ан-2 и вертолетах Ка-26, а также на специализированных самолетах сельскохозяйственного назначения: Ан-2М, М-15 и вертолетах Ми-1, Ми-2. В горных условиях обработку очагов вредных насекомых осуществляют с помощью вертолетов. Ровные плато можно обрабатывать с помощью самолетов Ан-2.

С помощью авиации чаще всего защищают лес, в первую очередь хвойные насаждения, от массовых хвое- и листогрызущих насекомых. Подлежат обработке и лиственные насаждения, которым грозит усыхание вследствие неоднократного объедания листвы. Применение авиационного метода рекомендуется также для защиты урожая шишек и желудей, уничтожения кормящихся жуков майского хруща и стволовых вредителей во время их дополнительного питания в кронах, для защиты сосновых культур от подкорного клопа и др.

При авиационной защите леса от насекомых используют пестициды и биологические препараты, вносимые путем *малообъемного (МО)* и *ультрамалообъемного (УМО)* опрыскивания.

МО проводят концентратами эмульсий (к. э.) или смачивающихся порошков (с. п.), которые перед опрыскиванием разбавляют водой. Норма расхода рабочей жидкости 25—30 л/га, предельные нормы 15 и 50 л/га. Рекомендуемые препараты по технологии МО образуют стойкие водные эмульсии или хорошо растворяются в воде. Однако рабочую жидкость следует готовить не ранее чем за 2—3 ч до момента ее использования. На аэродроме необходимо иметь емкость для рабочей жидкости вместимостью 2,5—5 м³ из расчета 2—3 загрузок средств авиации.

УМО осуществляют препаратами заводского приготовления без разбавления водой, норма расхода 1—3 л/га. Когда препарат содержит токсикант в количестве, превышающем установленную норму, его разбавляют дизтопливом. Способ УМО более производительен, экономичен, позволяет снизить трудовые и материальные затраты и обеспечивает проведение работ в оптимально сжатые сроки. При УМО приготовления рабочей жидкости не тре-

буется. Препарат загружается в баки самолета или вертолета без смешивания его с водой и другими растворителями.

Для микробиологических препаратов используют ту же аппаратуру, что и для инсектицидов химического происхождения. Это модифицированные серийные опрыскиватели самолета Ан-2 для обработки леса. Суспензии препаратов готовят не ранее чем за 2 ч до обработки. Для этого, а также для заправки опрыскивателя используют передвижные или стационарные заправочные агрегаты.

Загружают самолеты рабочими жидкостями с помощью мотопомп различных марок, передвижных и стационарных загрузочных устройств и других агрегатов.

Календарные сроки обработок очагов вредных насекомых устанавливаются на основании детальных обследований. Например, борьбу с большинством видов хвое- и листогрызущих насекомых проводят в период питания в кронах молодых личинок (гусениц), т.е. сразу же после их выхода из яиц. Против зеленой дубовой листовёртки насаждения обрабатывают в период раскрытия почек ранней формы дуба, когда гусеницы наиболее доступны для действия инсектицидов, а против соснового и сибирского коконопрядов, златогузки и других видов, зимующих в фазе гусеницы, — сразу после выхода их с мест зимовки. При одновременном размножении в насаждении нескольких видов вредителей сроки обработки устанавливают с учетом их хозяйственной значимости.

Для получения высокой эффективности в снижении численности популяций установленные сроки обработки насаждений должны строго выдерживаться. Борьба с вредителями продолжается в течение 3—5 дней. Задержка с обработкой приводит к необходимости увеличения норм расхода препаратов.

Эффективность авиаобработок зависит от качества опрыскивания, на которое влияют правильная установка и использование сигнализации, погодные условия, профессиональная подготовка лётного состава. Резко снижают эффективность действия пестицидов ливневые и обложные дожди. При этом приходится проводить повторные авиаопрыскивания. Нормы расхода инсектицидов, биопрепаратов и рабочей жидкости устанавливают с учетом возраста насаждений и сомкнутости крон деревьев, вида и численности вредителей.

Работы проводят в строгом соответствии с ведомственными инструкциями по применению авиационного метода, согласованными с руководством авиационно-химическими работами в гражданской авиации, подразделении которой на договорных началах выполняют все работы на территории лесных предприятий. Нормативы по авиазащите лесов приведены в специальной инструкции.

Авиаобработкам предшествует разработка проекта, который содержит данные, обосновывающие необходимость и целесообразность их назначения. В проекте дают характеристику насаждений, подлежащих обработке; приводят данные о площади и состоянии очага, намеченного к обработке, и его разделению на рабочие участки; обосновывают выбор инсектицида или биопрепарата и нормы их расхода, способы сигнализации, сроки работ и требуемое число самолетов (вертолетов); характеризуют участок, выбранный под аэродром, указывают способы учета эффективности борьбы и перечень мероприятий по технике безопасности.

Все намеченные для обработки участки наносят на отдельный план. Для каждого из них устанавливают число заходов самолета и намечают сигнальную сеть. Участкам стремятся по возможности придать прямоугольную форму, что значительно упрощает работу самолета. Рабочие аэродромы устраивают на ровном месте с твердым грунтом. При аэродромах сооружают склады для хранения инсектицидов и горючего, организуют временный медпункт и душ.

После тщательного изучения в натуре намеченных для обработки участков составляют схемы летной работы самолета, устанавливают способ и порядок подачи сигналов. Следя за подаваемыми с земли сигналами, пилот ориентируется в воздухе и совершает параллельные полеты над участком на определенном расстоянии один от другого.

В настоящее время при авиационных обработках применяют современные навигационные приборы, позволяющие значительно сократить средства наземной сигнализации и обойтись их минимумом. Отдельные участки авиация обрабатывает чаще всего челночным способом. При этом участок покрывается рабочей жидкостью путем перекрещивающихся параллельных заходов самолета. Рабочие полеты проводят преимущественно вдоль длинной стороны участка с соблюдением требований действующих инструкций по производству полетов.

При авиаопрыскивании используют все виды наземной створной сигнализации и их сочетания: постоянные и переменные сигнальные флаги, шары-пилоты, дымовые пашки и костры, сигнальные ракеты. Организация двусторонней радиосвязи и подача по радиокомандам пилота сигнальных ракет обеспечивают надежное и высокое качество авиаопрыскивания лесонасаждений.

Авиационные работы выполняют с бреюющих полетов (10—40 м над пологом леса) по специальным правилам, которые должен выполнять летный состав. Полеты начинают за 30 мин до восхода солнца и прекращают в 8—9 ч утра, когда усиливается ветер и восходящие токи воздуха мешают равномерному попаданию ин-

сектицидов на кроны деревьев. Затем работы продолжают в вечерние часы. Опрыскивание проводят в штиль или при ветре, скорость которого не превышает 5 м/с. Дневной полет на самолетах разрешается не более 6 ч, а на вертолетах — не более 4 ч. Производительность самолета зависит главным образом от расстояния между посадочными площадками и обрабатываемыми участками, нормы расхода инсектицида и числа полетов.

Сроки обработки должны соответствовать биологии вредителя и их уточняют в связи с особенностями погоды. Если обработанные участки попадают в полосу дождя в течение 3—6 ч после обработки, то ее нужно повторить.

Летный состав устанавливает авиаопрыскиватель на необходимый секундный выпуск, соответствующий заданной норме расхода инсектицидов (в килограммах или литрах на 1 га).

Эффективность авиационной обработки учитывают различными методами. Самый точный, но трудоемкий — метод учетных площадок. Их закладывают за несколько дней до начала обработки в наиболее характерных местах очага вредителя (3—4 площадки на 100 га площади). Площадка представляет собой очищенный от лесной подстилки хорошо утрамбованный круг, в центре которого находится учитываемое дерево, а в молодых культурах — прямоугольник с несколькими деревьями внутри его. Размеры площадки должны несколько превышать площадь проекции кроны дерева. Площадку с краев обносят канавкой, чтобы насекомые не распозались. Сбор и подсчет упавших на площадку насекомых начинают на другой день после обработки и продолжают 5—6 дней. Затем срезают крону и подсчитывают число оставшихся в живых насекомых. Эффективность обработки определяют по формуле:

$$\Theta = \frac{D - П}{D} \cdot 100,$$

где Θ — процент смертности; D — число гусениц до обработки; $П$ — число гусениц после обработки.

Об эффективности борьбы можно судить и по массе экскрементов гусениц. Для этого за 3—4 дня до обработки насаждений под кронами учетных деревьев расставляют фанерные ящики размером 0,25 м². В углах оставляют просветы, через которые собранные за 2 дня экскременты высыпают на бумагу и затем взвешивают. После обработки насаждений эту операцию повторяют в течение того же времени, а затем вычисляют эффективность борьбы, подставляя в вышеприведенную формулу вместо числа гусениц показатель массы экскрементов.

Применяя биопрепараты, не следует ожидать моментального эффекта, как при химической борьбе, так как эффект от их при-

менения проявляется через определенный период времени. Инкубационный период болезни может продолжаться несколько дней и только потом переходить в активную фазу с характерными симптомами. Эффективность применения биопрепаратов оценивается по таким показателям, как защитный эффект, фактическая смертность целевого объекта и техническая эффективность.

Защитный эффект характеризуется степенью сохранности листвы или хвои за счет уменьшения интенсивности питания инфицированных насекомых. В производственных условиях защитный эффект определяют методом сопоставления данных по интенсивности питания гусениц (личинок) на обработанном и контрольном участках или по степени осыпания экскрементов до и после обработки насаждения на 3-й, 5-й и 10-й день.

Фактическая смертность вычисляется по смертности гусениц в обработанном насаждении с поправкой на контроль по формуле Аббота

$$P = \frac{P_0 - C}{100 - C} \cdot 100,$$

где P — скорректированная смертность гусениц с поправкой на контроль, %; P_0 — смертность гусениц в обработанном насаждении, %; C — смертность гусениц в контроле, %.

Для облегчения учета фактической смертности до начала работ из очага в лабораторию можно взять партию гусениц (не менее 100) и считать их контролем. Затем взять такую же партию гусениц после обработки не ранее чем через 2—3 дня и наблюдать за динамикой смертности. Сопоставление данных по смертности гусениц в контроле и взятых из обработанных насаждений дает наиболее достоверный показатель фактической смертности вредителя.

Карантинные мероприятия

21.1. Общие понятия о карантине растений

С каждым годом в мире все стремительнее развиваются межгосударственные связи и возрастают объемы международной торговли. Самая разнообразная растительная продукция перевозится из страны в страну, с континента на континент. С нею переносятся сопутствующие ей живые организмы. Среди них заметное место занимают насекомые, представляющие потенциальную угрозу для растениеводства стран-импортеров (стран-реципиентов).

Страны с развитой экономикой, стремясь защититься от вторжения (инвазии) опасных чужеземных организмов, создают национальные службы карантина растений.

В 1931 г. при Наркомземе СССР была организована единая Государственная карантинная служба, существующая до настоящего времени. Основная возложенная на нее задача состоит в контроле над ввозом в страну чужеземных живых растений и растительной продукции. В 1934 г. вышло постановление Совнаркома СССР «Об охране территории Союза ССР от заноса и распространения сельскохозяйственных и лесных вредителей». С этого времени карантинная служба традиционно входит в состав Министерства сельского хозяйства (сейчас МСХ РФ).

Европейские страны давно объединили свои усилия в области защиты и карантина растений. С 1951 г. успешно функционирует Европейская и средиземноморская организация защиты растений (ЕОЗР), которая занимается и карантинной проблематикой. Россия состоит членом ЕОЗР.

В ЕОЗР постоянно пересматривается обширный перечень карантинных организмов. Для стран — членов организации — он имеет рекомендательный характер. В 1990-е гг. стала формироваться Служба карантина и защиты растений стран Европейского Сообщества (ЕС). Ею также составлен подобный перечень, который для стран-членов ЕС носит уже законодательный характер. С 2005 г. эти перечни объединены в единый документ — Перечень карантинных организмов, представляющих опасность для европейских и других входящих в ЕОЗР стран.

В России деятельность службы карантина растений осуществляется на основе Федерального закона «О карантине растений»,

принятого в 2000 г. В соответствии со ст. 1 (гл. I) этого закона, «Целью Федерального закона является обеспечение охраны растений и продукции растительного происхождения от карантинных объектов на территории Российской Федерации». Под *карантинными объектами* понимаются вредные организмы, отсутствующие или ограниченно распространенные на территории Российской Федерации, которые могут быть занесены или еще шире распространиться и причинять значительный вред растениям и растительной продукции.

Опасные вредные организмы, занос или самостоятельное проникновение которых в страну наиболее вероятно, включаются в национальный Перечень вредителей растений, возбудителей болезней растений, растений (сорняков), имеющих карантинное значение для Российской Федерации. Этот перечень включает виды вредных насекомых, фитопатогенных вирусов, нематод и микроорганизмов (грибы и бактерии). Некоторые страны (в том числе и Россия) включают в подобные перечни и чужеземные растения, имеющие статус ядовитых или сорных.

Указанный перечень носит характер подзаконного акта. В соответствии с ним осуществляется вся деятельность национальной службы карантина растений (Россельхознадзор).

Указанный перечень, как правило, состоит из двух разделов — списков. В списке 1 представлены отсутствующие в стране виды. Их заносу (инвазии) и призвана воспрепятствовать служба карантина растений. Список 2 включает чужеземные виды вредителей, ранее проникшие на защищаемую территорию и частично распространившиеся на ней. Оба списка периодически пересматриваются и дополняются. Те виды из списка 1, которые, несмотря на принимаемые меры, проникают на территорию страны-реципиента и обосновываются здесь, переводятся в список 2. Виды из списка 2, широко распространившиеся, занявшие потенциальный ареал или же переставшие по какой-либо причине представлять угрозу, выводятся из него и перестают считаться карантинными.

Во всех местах пересечения государственной границы проводится *карантинный досмотр* (контроль) ввозимой продукции, с которой нежелательные объекты могут быть занесены в страну. Внутри страны в целях выявления ранее проникших сюда карантинных видов постоянно ведется *карантинный мониторинг*. Для выявления карантинных видов используют феромонные ловушки. Определяется состояние очагов карантинных объектов, их динамика, принимаются меры по истреблению карантинных видов.

Карантин растений делится на две части: *внешний карантин* и *внутренний*.

Внешний карантин направлен на защиту растительных ресурсов страны от ввоза с импортной продукцией отсутствующих карантинных и других особо опасных вредных организмов (объектов), а также на предотвращение вывоза с экспортируемой продукцией карантинных и особо опасных для стран-импортеров объектов. При экспорте растительной продукции соблюдаются международные конвенции и межгосударственные соглашения в области карантина растений.

Мероприятия по внешнему карантину проводятся на пограничных пунктах ввоза и вывоза, в международных почтамтах, в аэропортах и в местах вторичного досмотра внутри страны.

Внутренний карантин направлен на своевременное выявление, локализацию и ликвидацию очагов карантинных объектов внутри страны и предотвращение их дальнейшего распространения. Требования внутреннего карантина относятся также и к внутрироссийским перевозкам растительных грузов и материалов с целью не допустить распространение за пределы естественных ареалов эндемичных опасных объектов. Для европейской части страны к таким объектам могут быть отнесены, например, сибирский шелкопряд (ареал охватывает зону к востоку от Урала), ясеневая узкотелая златка (ареал частично заходит в Приморский край), усач черный блестящий — *Monochamus nitens* (обитает на Сахалине и Курильских островах).

Территория, на которой выявлен карантинный объект, именуется *карантинной зоной*.

Обосновываясь в новых регионах, где нет их привычных врагов (специализированных хищников и паразитов), при отсутствии естественного контроля, инвазионные виды насекомых (в том числе все карантинные) быстро достигают высокой численности и начинают наносить ощутимый вред.

При первом же обнаружении карантинного объекта внутри территории страны-реципиента вступает в силу заранее разработанная схема карантинных действий. Устанавливаются границы первичного очага, на заселенную зону накладывают карантин (запрещается или ограничивается ввоз и вывоз любой подкарантинной продукции), заселенные растения обрабатывают пестицидами. Если предпринятые меры безрезультатны, вредителя не удается уничтожить и он обосновывается на заселенной территории, предпринимается интродукция его энтомофагов.

Всякий пересекающий государственную границу материал растительного происхождения должен сопровождаться официальными разрешительными документами. На экспортируемый материал (растения, полезные насекомые, грибы, ягоды, плоды, продукция из древесины и пр.) региональной организацией карантина растений выдается *фитосанитарный сертификат* (ФС). Этот доку-

мент удостоверяет карантинное состояние продукции, определяет ее маршрут, условия перевозки и использования, а также характер упаковки и тары, в которых она транспортируется. Сертификат выдается на основании заявки экспортера после того, как получена гарантия, что подкарантинная продукция будет свободна от запрещенных к вывозу в страну-импортер живых организмов.

Документ, разрешающий ввоз в страну (импорт), а также транзит подкарантинных материалов на условиях, определяемых государственной службой по карантину растений, называется *импортным карантинным разрешением* (ИКР). ИКР представляет собой официальное уведомление страны-экспортера о том, что направляемый в Россию груз не должен содержать запрещенные к ввозу живые организмы (наименования которых перечисляются). ИКР выдается государственной карантинной организацией на основе заявки импортера.

Оценка вероятности инвазии (заноса), возможности акклиматизации и степени ожидаемого вреда позволяет распределять (ранжировать) виды чужеземных вредителей по их значению от безвредных до наиболее опасных. Последних вводят в перечень карантинных объектов и они получают статус карантинных видов.

В каждой региональной энтомофауне существует множество насекомых, которые могут представлять опасность для биоценозов страны-реципиента. Но потенциальная опасность еще не означает, что они должны включаться в перечень карантинных объектов. Ведь далеко не все из них способны преодолеть пространства, разделяющие территории страны-донора и страны-реципиента. И даже преодолев такие пространства, отнюдь не каждый вид найдет в стране-реципиенте благоприятные для себя климатические и трофические (кормовые) условия и сможет обосноваться.

По этой причине чужеземные виды насекомых включаются в перечень карантинных объектов лишь после соответствующего анализа фитосанитарного риска их заноса и обоснования на новой территории.

Как правило, чужеземные растительноядные насекомые заносятся на новые территории на (или в) *подкарантинной продукции*. Подкарантинная продукция перечисляется в специальных номенклатурных списках-сборниках. Каждой подкарантинной продукции свойственны определенные виды насекомых, которые могут оказаться на (в) ней.

21.2. Лесной карантин

Бурный рост объемов экспорта и импорта древесины вынудили национальные службы карантина растений помимо вредите-

лей сельскохозяйственных культур обратить внимание и на вредителей леса. Древесина, заготовленная в России, поступает более чем в 30 зарубежных стран. В свою очередь из-за рубежа в Россию импортируется древесина ценных тропических пород и разнообразный посадочный материал, предназначенный для декоративных и лесохозяйственных целей. С расширением объемов международной торговли возрастает риск завоза ранее отсутствовавших на нашей территории древоядных видов беспозвоночных.

Чужеземные насекомые, развивающиеся за счет древесных растений, в случае их заноса в новые регионы и обоснования там, могут оказаться чрезвычайно вредоносными. Приведем лишь несколько примеров.

В 1930-х гг. широколиственным лесам Канады огромный вред нанесли проникшая туда из Европы зимняя пяденица (*Operophtera brumata*). А в 1960-е гг. катастрофический ущерб соснякам в западных провинциях причинил другой палеарктический вид — сосновый рыжий пилильщик (*Neodiprion sertifer*), вынуждая повсюду применять против него пестициды.

Гибель хвойных насаждений в Японии от сосновой стволовой нематоды американского происхождения (*Bursaphelenchus xylophilus*), переносчиком которой являются жуки-дровосеки (главным образом представители рода *Monochamus*), приобрела масштабы национального бедствия.

Случайно завезенный в Грузию из северных районов бывшего СССР с неокоренной хвойной древесиной большой еловый лубоед (*Dendroctonus micans*), впервые обнаруженный в Боржомском ущелье в 1956 г., по вредоносности долгие годы занимал в Грузии первое место среди лесных вредителей. Для подавления его очагов потребовалась государственная программа по интродукции, разведению и расселению природных врагов дендроктона.

В настоящее время карантинные службы США и ряда европейских стран озабочены появлением на их территории азиатского усача (*Anoplophora glabripennis*), который с его родины — из Китая — заносится вместе с деревянной тарой. Этот усач представляет реальную угрозу изреженным листованным древесным насаждениям.

В 2005 — 2006 гг. на территории г. Москвы выявлен новый для Европы вредитель ясеней — ясеневая изумрудная узкотелая златка (*Agrilus planipennis*). Родина златки — Дальний Восток. Однако на территорию Московского региона она занесена вероятнее всего с североамериканского континента, куда проникла за несколько лет до этого. Уже в первые годы после обнаружения златка нанесла существенный вред городским насаждениям: в ряде районов Москвы отмечено массовое усыхание этой ценной декоративной породы.

Для обеспечения карантинного (фитосанитарного) контроля над экспортом и импортом лесопродукции по распоряжению

Совета Министров СССР в 1989 г. в составе Государственной инспекции по карантину растений была создана служба лесного карантина. В настоящее время эти функции выполняет соответствующее подразделение Россельхознадзора Министерства сельского хозяйства РФ. Карантинному досмотру теперь подвергается не только сельскохозяйственная, но лесная продукция: живые растения и изделия из древесины.

Подкарантинной лесопродукцией признаются:

- живые древесно-кустарниковые растения (саженцы, сеянцы, новогодние хвойные, бонсаи) и их части;
- древесина (древесные кряжи);
- лесоматериалы необработанные, окоренные или неокоренные, распиленные или расколотые;
- деревянные изделия (деревянные строительные материалы, паркет, листы фанеры и шпон, рамы);
- древесная масса, щепка, стружки, древесные опилки и отходы;
- плетеные изделия;
- шпалы деревянные, рудничная и вагонная стойка;
- тара и упаковочный материал (бумага, картон, ящики и коробки, барабаны из-под кабеля, щиты и поддоны погрузочные).

Судьба досматриваемой в пункте пограничного контроля продукции может сложиться по-разному. В случае отсутствия в (на) ней карантинных объектов ее пропускают внутрь страны. В случае обнаружения в (на) ней карантинных объектов подкарантинная продукция подвергается обеззараживанию (фумигация, термообработка, обработка пестицидом и пр.), может быть возвращена экспортеру или уничтожена. При необходимости выявить скрытую зараженность импортируемых растений до реализации их размещают в карантинном питомнике. Здесь их выдерживают в течение установленного правилами времени, после чего при отсутствии признаков поражения реализуют.

Первоначально в Перечень карантинных объектов РФ были включены чужеземный вредитель древесных растений азиатский усач (включен в список 1: *карантинные объекты, отсутствующие на территории РФ*) и азиатская раса непарного шелкопряда (включена в список 2: *карантинные объекты, ограниченно распространенные на территории РФ*). В последующем списки 1 и 2 лесных объектов были расширены.

Любой регион страны при импорте подкарантинной продукции подвергается определенному фитосанитарному риску вторжения нежелательного вида. Регионы РФ по причине большого географического разнообразия страны различаются по фитосанитарной уязвимости и карантинной нагрузке на экосистемы. Достаточно сравнить, например, карантинные проблемы Краснодарского края и Республики Якутии.

На территории Краснодарского края, для которого характерен умеренный, а в ряде районов и субтропический климат, произрастает множество видов древесных и кустарниковых растений, в том числе интродуцированных. Многие случайно завезенные сюда растительноядные насекомые способны обосноваться на местных и интродуцированных древесных породах и стать их вредителями. Территория Якутии с ее суровым климатом и ограниченным составом древесных растений — неблагоприятное место для обоснования чужеземных фитофагов. Понятно, что усилия карантинных служб должны в большей мере быть направлены на фитосанитарный контроль импортируемой лесной продукции на юге страны, чем на севере.

Одна из важнейших задач службы карантина растений — прогнозирование вероятности инвазий чужеземных вредных организмов. Для видов, проникших на защищаемую территорию, составляется прогноз возможного распространения, а также экологического и экономического ущерба.

Как определить степень опасности для страны того или иного вида растительноядного насекомого? Как отобрать среди множества потенциальных инвайдеров тех, которые представляют для страны реальную угрозу? Какие признаки и биологические особенности должны лежать в основе подобного отбора?

В настоящее время такая оценка проводится на основе анализа фитосанитарного риска.

21.3. Анализ фитосанитарного риска

Вид может получить статус карантинного в том случае, если он: — способен развиваться (питаться) на растении (растениях), представляющем экологическую, декоративную и хозяйственную ценность для страны-реципиента;

— может самостоятельно или каким-либо иным способом (с грузами, на транспорте, непосредственно человеком) быть занесенным в новый регион;

— найдет на территории страны-реципиента пригодные для себя климатические условия;

— может быть выявлен и идентифицирован в процессе пограничного или вторичного досмотра подкарантинной продукции.

Все эти обстоятельства выявляются и оцениваются путем анализа фитосанитарного риска.

Анализ фитосанитарного риска (АФР) — это оценка вероятности заноса и обоснования на территории страны-импортера чужеземного растительноядного вида и возможного ущерба от него.

В разных странах правила проведения АФР несколько различаются, хотя методологически сходны. Наиболее широкое распространение получила методика, в результате применения которой степень риска подразделяется на четыре категории: высокая, умеренная, низкая и нулевая (риск отсутствует). Любая иная методика, в основу которой положены многобалльные оценочные приемы, более субъективна.

Если АФР показывает, что предполагаемый ущерб в результате инвазии и обоснования вида высок и может существенно превысить затраты на карантинные и защитные мероприятия, вид признается опасным и ему придается статус карантинного. Если потенциальный ущерб от инвазионного вида оценивается как низкий и ожидается, что затраты на предотвращение заноса и борьбу с ним значительно превысят размеры возможного ущерба, вид признается неопасным, а риск его инвазии — нулевым. Возможно выделение промежуточных категорий риска (умеренная опасность, низкая опасность).

Анализ фитосанитарного риска проводится на основе использования алгоритма, который включает несколько последовательных этапов.

Рассмотрим эти этапы.

Этап 1 — отбор видов для оценки их фитосанитарной опасности (выбор вида-мишени) для АФР.

Объекты, в отношении которых проводится АФР, могут быть разделены на две категории.

К первой относятся конкретные виды, заведомо вредоносные для страны-реципиента. Они имеют или могут иметь кормовые связи с одной или несколькими возделываемыми здесь культурами и в случае заноса смогут им вредить. В процессе АФР надлежит уточнить, насколько опасна их инвазия. Например, проводится АФР ясеневой узкотелой златки, азиатского усача, сибирского шелкопряда для европейской части страны.

Ко второй категории объектов относится та или иная подкарантинная продукция. Анализируется риск заноса так или иначе связанных с нею потенциальных вредителей. Например, АФР завоза из Китая в Россию деревянной тары, импорта в Россию из Канады новогодних елей, импорта из Японии бонсай.

В любом случае анализ фитосанитарного риска начинают со сбора информации о подкарантинной продукции. Анализируют импортные карантинные разрешения и другие информационные источники за возможно более длительный срок с целью установить и описать районы, откуда импортировалась, импортируется и может импортироваться данная продукция. Собирают сведения, касающиеся практики обращения с нею. При этом изучают способы, пути, сезонность и периодичность поставок подкарантинной продукции, места ее поступления в страну-реципиент, каналы распределения внутри территории данной страны и т. п.

Эман 2 — определение видового состава потенциально вредных организмов, которые каким-либо образом связаны с любой подкарантинной продукцией и могут быть занесены с нею (формирование списка потенциально опасных видов).

Устанавливают, какие виды связаны с данной продукцией в местах ее производства и отгрузки. Собирают и анализируют отечественные и зарубежные данные по истории обнаружения (выявления при вторичном карантинном досмотре) вредителей на данной продукции. Отобранные виды разделяют по типам обитания, характеру наносимых повреждений и пр. Например, в случае, когда подкарантинной продукцией служит древесина, виды разделяют на три группы: обнаруживаемые на коре, в коре или под корой, в древесине.

Эман 3 — изучение путей проникновения чужеземного вида на охраняемую территорию.

В страну-реципиент чужеземный вид может попасть различными путями: самостоятельно, посредством активной или пассивной (с помощью ветра, воды и пр.) миграции с сопредельных территорий (так попали в Россию американская белая бабочка, колорадский жук); непосредственно на (в) транспортном средстве (таким образом западный кукурузный жук из Северной Америки проник в Европу) и, наконец, с любыми грузами, багажом пассажиров, на (в) любой подкарантинной продукции.

На основе сведений о биологии и реальной вредоносности анализируют значимость отдельных видов из каждой выделенной категории, отбирают виды, в отношении которых должен быть проведен АФР, и виды, в отношении которых он по очевидным причинам может не проводиться (например, при АФР вредителей окоренной импортной древесины исключаются виды, связанные с корой).

Эман 4 — оценка вероятности заноса (инвазии) выбранных из списка наиболее значимых видов.

Должны быть получены ответы на два вопроса: какова вероятность того, что вредитель может оказаться на (в) подкарантинной продукции и какова возможность его трансграничного переноса с данной продукцией? При этом принимаются во внимание следующие факторы:

- характер личиночного и имагинального питания;
- способность к активным и пассивным миграциям;
- вероятность обнаружения при досмотре;
- частота обнаружения при досмотре на границе;
- вероятность выживания в процессе транспортировки продукции.

Выбрав критерии, которые наиболее полно характеризуют данный вид, можно решить, сколь высока будет вероятность его заноса с конкретной подкарантинной продукцией.

Эман 5 — оценка вероятности обоснования на территории страны-реципиента выбранного инвазионного вида.

Оценивается, насколько велика вероятность успешной акклиматизации и обоснования вида на территории страны-реципиента и его распространение из первичного очага. При этом принимают во внимание следующие факторы:

- существование благоприятных климатических условий на территории страны-реципиента;
- наличие и распространенность кормового растения (растений);
- способ размножения (половое, партеногенетическое);
- способность к самостоятельному расселению;
- возможность антропогенного разноса;
- плодовитость (высокая — низкая);
- поисковые возможности имаго (способность находить полового партнера, корм);
- фенология (совпадение или несовпадение сроков развития вида с наличием заселяемых и поедаемых органов растения);
- защищенность от местных энтомофагов.

Далеко не каждый инвазионный вид, способный обосноваться или уже обосновавшийся на новой территории, наносит заметный экологический или экономический ущерб. Известно множество примеров, когда случайно занесенное и обосновавшееся чужеродное насекомое не становится вредителем. Поэтому одного лишь факта обоснования недостаточно, чтобы отнести вид к числу вредителей и придать ему статус карантинного. Таковым он должен считаться в том случае, если его всесторонняя оценка покажет, что он способен нанести существенный ущерб экономике и природной среде.

Эман 6 — оценка возможного экономического ущерба, а также социальных последствий в случае обоснования вида.

Для того чтобы охарактеризовать вид с этой стороны, необходимо учесть следующие факторы:

- экономическое значение кормового растения;
- реальную и потенциальную площадь его возделывания;
- возможные потери продукции (ухудшение декоративных свойств, степень поврежденности заготавливаемой древесины и пр.);
- возможные потери в сопутствующих сферах деятельности (обрабатывающая промышленность и пр.);
- потенциальный ареал вредителя;
- зоны возможного проявления вредоносности;
- возможность истребления существующими методами и средствами.

В некоторых случаях при АФР оцениваются также возможные социальные последствия заноса и обоснования чужеземного вида. При этом учитывают вероятность воздействия его на ландшафты, потребительские интересы, международную торговлю.

Эман 7 — оценка возможного вреда окружающей среде (экологическая оценка). На этом этапе АФР рассматривают следующие возможные прямые и опосредованные экологические последствия заноса и обоснования инвазионного вида:

- возможность дестабилизации экосистемы;
- сокращение биоразнообразия;
- уничтожение или подавление ключевых аборигенных видов;
- уничтожение и подавление редких и охраняемых видов;
- влияние на биоценоз предпринимаемых мер борьбы.

Этап 8 — оценка общей опасности данного вида (или видов) для страны-реципиента и целесообразности включения его (их) в перечень карантинных объектов.

В результате проведенного анализа дается окончательная оценка возможного риска заноса и обоснования вида. Потенциально высокий риск означает, что данный вид непременно должен быть включен в перечень карантинных объектов. Виды, риск от заноса которых оценен как низкий или нулевой, могут быть исключены из дальнейшего анализа. В отношении видов, потенциальный риск от заноса которых признан умеренным, требуется дополнительная экспертная оценка.

Глава 22

Физико-механические методы защиты леса

Физико-механические методы — это разнообразные приемы защиты леса путем уничтожения вредных организмов или пораженных ими заселенных частей растений, субстрата, где они развиваются, с помощью простейших механических приспособлений или ручную. Они имеют ограниченное распространение и чаще всего применяются на небольших площадях, где нецелесообразны другие методы борьбы.

Против насекомых наиболее распространены следующие физические и механические приемы:

1) сбор и уничтожение насекомых на разных фазах их развития (соскабливание кладок яиц, раздавливание личинок, срезание паутинных гнезд, срезание зараженных побегов, выборка личинок из почвы, сбор гусениц, куколок или коконов хвое- и листогрызущих насекомых, сбор и уничтожение имаго; уничтожение личинок и куколок насекомых в почве режущими частями орудий путем нарушения условий их обитания);

2) использование приманок и создание условий для концентрации насекомых и последующего их уничтожения; устройство преград (накладывание клеевых колец на деревья, сооружение ловчезаградительных канав); вылавливание насекомых при помощи ловушек различных конструкций.

Приманки подразделяют на пищевые, защитные и комбинированные, сочетающие свойства тех и других. Любая приманка может быть отравленной. Такие приманки наиболее эффективны, так как не требуют затрат труда на сбор и уничтожение насекомых.

Принцип действия комбинированных приманок основан на разнице микроклиматических условий и степени освещения под приманкой и в окружающей среде. Кроме того, пищевая часть приманки (например, жмых) должна быть более привлекательной, чем пища, которую может отыскать насекомое вокруг. На этом основано использование ловчих деревьев, ловчей коры, кольев и т. п. в лесах, где нет захламленности. Куски свежей еловой коры служат одновременно пищей и убежищем для ряда долгоносиков. Пропитывая кору пестицидами и аттрактантами, можно усилить ее привлекательные свойства. Жуки скорее отыскивают такую

кору, прячутся под ней, питаются и тут же погибают. Приманки — одна из радикальных мер борьбы с чернотелками, щелкунами, долгоносиками, подгрызающими совками, медведками, кравчиками, саранчовыми и грызунами.

Преграды в виде клеевых колец на деревьях и канав устраивают на пути насекомых к источнику питания. Клеевые кольца накладывают против гусениц бабочек, бескрылых самок и подкорного клопа, переползающих по стволу к кроне для питания после зимовки или отрождения в почве. Клеевые кольца используют главным образом в целях надзора за нарастанием численности вредителей (зимняя пяденица, сосновый коконопряд и др.). Для создания клеевых колец используют специальный клей для насекомых. Он не растекается по дереву, не смывается дождем и не образует пленки. Период кольцевания зависит от сроков появления насекомых.

Канавы роют для того, чтобы преградить путь насекомым. Ими окапывают питомники, отделяют молодые культуры от стен леса и свежих вырубок. Этим ограничивают расползание насекомых за пределы окольцованного участка.

Светоловушки с ртутными лампами применяют для учета вредителей и борьбы с ними. Световые ловушки с источником ультрафиолетовых лучей вместо обычных электрических ламп накаливания дают гораздо больший эффект. Источником света в ловушках служат ртутно-кварцевые лампы высокого давления: ПРК-4 мощностью 220 Вт, ПРК-2 мощностью 375 Вт, ПРК-7 мощностью 1000 Вт, СВЛШ-250-3 — лампа сверхвысокого давления и др. В зависимости от устройства улавливающего аппарата светоловушки бывают конические, засасывающие и с убивающим устройством.

В конических ловушках улавливающим аппаратом служит металлический усеченный конус диаметром в основании 50—80 см и углом между его боковыми поверхностями 70—80°. Лампу укрепляют в основании конуса и по желанию заключают в фонарь со светофильтрами или в металлическую сетку. К вершине конуса, обращенной вниз, прикрепляют сосуд с ядовитой жидкостью, куда падают натыкающиеся на сетку и стенки конуса насекомые.

Глава 23

Использование феромонов в защите леса

Феромоны (от греч. *pherien* — переносить и *horman* — возбуждать) представляют собой химические вещества, с помощью которых насекомые передают информацию особям своего вида (хемокommunikация). Они относятся к привлекающим веществам — аттрактантам (от лат. *attractio* — притяжение), пары которых, достигая определенных рецепторов, вызывают соответствующую реакцию насекомых. По происхождению различают природные и синтетические аттрактанты. Первые получают из кормовых растений и насекомых, вторые производят искусственным путем на основании изучения их природных аналогов.

Феромоны образуются в организме насекомых и представляют собой секреты экзокринных желез, выполняющие ряд специфических функций. Они выделяются во внешнюю среду одними особями и воспринимаются другими, вызывая у воспринимающих особей специфические поведенческие или физиологические реакции: обеспечивают маркировку гнезд, способствуя скоплению особей одного вида; указывают направление к кормовым объектам; содействуют встрече полов. Существуют феромоны следа (муравьи, термиты), жилья (муравьи, пчелы), тревоги, феромоны, побуждающие к спариванию (половые), и феромоны, привлекающие особей обоих полов к освоению кормового растения, — агрегационные феромоны. Последние помогают популяции насекомых занять наиболее выгодный для размножения субстрат, место укрытия или зимовки, преодолеть сопротивление растения и способствуют встрече половых партнеров.

Феромоны — продукты сложных биокаталитических окислительно-восстановительных реакций, протекающих в клетках гиподермы феромонной железы. Это смесь нескольких веществ, их количество может достигать 18 компонентов. Основное качество феромонов — их специфичность: они способны привлекать особей только своего вида, не затрагивая другие виды, в том числе энтомофагов. Эта селективность особенно важна для сохранения полезных насекомых, ведь традиционные пестициды, как правило, неселективны и могут воздействовать как на вредные, так и на полезные виды.

Половые и агрегационные феромоны используются в защите растений от вредителей. Имея природное происхождение, они являются самыми сильными биологически активными веществами. Результаты токсикологических исследований феромонов показали, что их токсичность к млекопитающим, птицам, рыбам и растениям крайне низка в сравнении с обычными пестицидами. Они выделяются насекомыми в количестве нескольких наногرامмов, а воспринимаются — в количестве нескольких молекул на одну особь. Таким образом, феромоны как средство защиты растений практически безопасны для окружающей среды.

Для борьбы с вредными насекомыми наибольший интерес представляют половые феромоны. Они появились в процессе эволюции как эффективное средство пространственного объединения обоих полов вида для размножения и действуют на молекулярном уровне. Источники половых феромонов — клетки специализированных кожных желез, находящихся на различных участках тела насекомого. Запахи половых феромонов воспринимаются дистантными хеморецепторами насекомых, расположенными на антеннах.

Феромоны большинства чешуекрылых представляют собой смесь различных, как правило длинноцепочечных, ацетатов, альдегидов или спиртов, часто одно- или двунепредельных (т. е. содержащих одну или две двойные связи). У представителей других отрядов молекулы феромона могут иметь более сложную структуру. Иногда, например у короедов, феромоны являются производными веществ, содержащихся в кормовых растениях. При этом они могут выделяться из кишечника насекомого и входить в состав буровой муки. У большинства чешуекрылых феромон продуцируется железами, локализованными на межсегментальной мембране брюшка самки. Исключение составляют некоторые огневки, у которых для производства феромона служат крыловые железы самцов.

Когда наступает период лёта, самка выставляет феромонную железу, с помощью которой испускает феромон; он летит по ветру и, попадая на антенны самцов (иногда за несколько километров), вызывает у них состояние беспокойства, специфические колебательные движения антенн, трепыхание крыльев и направленные поисковые перемещения. Сначала полет самца к источнику феромона зигзагообразный, но по мере приближения к самке и увеличения концентрации компонентов он превращается в направленный полет. Другой компонент феромона заставляет его остановиться, третий — приземлиться, четвертый — приготовиться к копуляции, а пятый — копулировать. Поведенческий ответ самца удается получить при ничтожно малых концентрациях феромона.

Для использования в защите растений феромоны стали доступны после идентификации структуры их основных компонентов. Первой в 1958 г. была идентифицирована структура феромона тутового шелкопряда. К настоящему времени известна структура феромонов многих видов чешуекрылых (листовертки, волнянки, коконопряды и др.), некоторых жесткокрылых (короеды, долгоносики и др.), перепончатокрылых и др. По данным А. В. Скриквичюса, феромонная коммуникация выявлена у представителей 12 отрядов насекомых.

В защите растений используются и синтетические аналоги феромонов насекомых. Для этого разными методами выделяют и изучают природные феромоны насекомых. Наиболее эффективный метод — сбор феромона из воздуха над живыми девственными самками насекомых в момент его выделения. Другой способ — экстракция органическим растворителем целого насекомого или отдельных частей его тела. В качестве растворителя чаще всего используют гексан или хлористый метилен. Крайне малое количество вещества (наногаммы), выделяемое насекомым, — одна из основных проблем извлечения и идентификации феромонов. Ранее эта проблема обычно решалась накоплением большого количества биоматериала, но в настоящее время благодаря развитию техники микроанализа, особенно хромато-масс-спектрометрии и масс-фрагментографии, возможна детальная идентификация феромона и использование экстракта, полученного от нескольких десятков особей.

После идентификации состава феромонов приступают к созданию синтетических феромонов, которые по химической структуре аналогичны природным веществам. Синтетические аналоги феромонов обладают длительным действием, например 1 мг синтетического феромона непарного шелкопряда в полевых условиях сохраняет привлекающее действие в течение трех месяцев. Для наработки синтетического феромона не требуется создание крупных производств, так как при их практическом применении используется от нескольких микрограммов до нескольких миллиграммов, максимум несколько десятков граммов активного вещества на 1 га. Поэтому обычно их синтезируют в лабораторных условиях.

Существуют разные способы использования половых феромонов против насекомых:

- 1) привлечение насекомых с помощью ловушек в процессе мониторинга для определения уровня численности и сроков появления видов;
- 2) привлечение насекомых в целях уничтожения;
- 3) насыщение феромонами среды обитания насекомых для их дезориентации и отвлечения от естественных источников феромона (создание «самцового вакуума»).

В России феромоны используют в основном для надзора за насекомыми, в меньшей степени — для их уничтожения, чаще всего с помощью специальных, так называемых феромонных ловушек. При этом соблюдаются следующие условия:

— состав синтезированного феромонного препарата должен соответствовать природному как по соотношению компонентов, так и по дозировке (большая дозировка препарата отпугивает насекомых);

— смесь феромонов помещают в специальную препаративную форму — пористый субстрат (диспенсер), который прикрепляют на стенки ловушки и из которого идет испарение, имитирующее испарение феромона из феромонной железы насекомого;

— конструкция ловушки должна учитывать природу и поведение насекомого;

— при разработке конструкции ловушек предусматривают возможность накопления целевого объекта в ловушке и его изъятия, периодическую замену диспенсеров, устраивают приспособления для прикрепления или развешивания ловушек в лесу или в помещениях.

Для бабочек используют ловушки из плотной бумаги или картона, для жуков — полиэтиленовые и металлические, пластмассовые и пластиковые ловушки, а также отрубки деревьев или специальные ловчие деревья, на которые прикрепляют привлекающее вещество, нанесенное на диспенсер. Диспенсер помещают в полиэтиленовый пакетик или пробирку с проницаемой пробкой, из них препарат постепенно распространяется в воздух. Прилетающие насекомые собираются в накопитель и погибают, попадая на клей, водную поверхность или соприкасаясь с инсектицидом.

Применение феромонов для мониторинга распространения и плотности вредителей гораздо эффективнее, чем традиционные методы надзора. Для этого достаточно развешивания 1 — 2 ловушек на несколько десятков (а иногда и сотен) гектаров, что делает феромоны просто незаменимыми при организации надзора за опасными вредителями на огромной территории российских лесов.

В том случае, если плотность вредителя невысока, но выше экономического порога вредоносности, возможен его массовый отлов с помощью феромонных ловушек. При массовом отлове ловушки, будучи расположенными линейно по периметру защищаемого насаждения, могут выполнять барьерную роль (например, при массовом отлове короеда-типографа) (К. В. Лебедева и др., 2001, 2003). А ловушки, расположенные внутри защищаемого насаждения, могут препятствовать нормальному спариванию вредителей, создавая эффект «самцового вакуума» (например, при массовом отлове яблонной и восточной плодожорки).

При использовании метода дезориентации спаривание насекомых и нормальное развитие популяции нарушаются вследствие насыщения воздуха феромоном на всей защищаемой площади. Такой эффект может быть достигнут при распылении с воздуха микрокапель или микрокапсул, содержащих феромон (этот способ испытан в очагах непарного шелкопряда).

Интересно использование феромонов методом «автоконфузии», нашедшим наибольшее применение в борьбе с жуками-шелкунами в сельском хозяйстве. При этом электростатический порошок, содержащий половой феромон, наносится на самцов лабораторной популяции вредителя в момент их выпуска в естественные места обитания. Оказавшись на свободе, такие самцы не только сами теряют способность к нормальному спариванию, но и нарушают процесс спаривания во всей естественной популяции вида.

Особенно важна роль феромонных методов при защите от карантинных вредителей и вредителей запасов. Численность карантинных вредителей на ранних стадиях расселения, как правило, невелика, а обнаружить и уничтожить их необходимо в кратчайшие сроки. По мнению К. В. Лебедевой, феромонные методы с их высокой чуткостью и селективностью подходят для решения этой проблемы идеально. В настоящее время феромоны многих карантинных видов уже успешно применяются на практике. Например, в персиковых садах Франции в борьбе с тутовой щитовкой ловушки с феромоном оказались даже более привлекательными, чем ловушки с живыми самками. Феромон кукурузного жука (*Diabrotica virgifera*) наряду с аттрактантами растительного происхождения успешно применяется для мониторинга этого опасного карантинного вредителя в Центральной и Южной Европе вплоть до Украины (С. С. Ижевский, 1995 и др.). На ряде московских хлебокомбинатов феромонные ловушки много лет успешно используются для борьбы с мельничной (*Ephestia kuehniella*) и амбарной (*Plodia interpunctella*) огневками.

Трудности исследования феромонов, применяемых против короедов, связаны с тем, что феромоны короедов — не только половые, но и агрегативные, продуцируемые и самками, и самцами. Кроме того, близкие по действию и составу привлекающие вещества выделяют ослабленные и срубленные деревья. Они получили название аттрактантов первичной привлекательности и служат для насекомых показателем снижения устойчивости деревьев. У хвойных пород к их числу относятся монотерпеновые компоненты живицы — α - и β -пинены, лимонен, камфен и другие соединения. У лиственных пород из привлекающих веществ известны ванилин, сиреневый альдегид и ряд других, входящих в состав продуктов окисления лигнина.

В результате проведенных в США работ по изучению феромонов короедов рода *Dendroctonus* были выделены и затем изготовлены промышленными фирмами следующие феромонные препараты: транс-вербенол, фронталин, бревикомин. Эти препараты используют в сочетании, так как бревикомин выделяют самки жуков, а фронталин — самцы. Короеды рода *Ips* продуцируют ипсдиенол и ипсенол.

На основании этих данных в Норвегии был разработан синтетический феромон для типографа. Он был изготовлен фирмой «Целамерк» (ФРГ). В состав феромона вошли ипсдиенол, цис-вербенол и диметилвинилкарбенол в соотношении 1 : 1 : 10. При этом использовались пропитанные феромонной смесью пластинки, которые прикрепляли к ловчим деревьям.

Феромоны короеда-типографа применялись для мониторинга и массового вылова с помощью ловушек или при размещении диспенсеров с феромоном на ловчих деревьях в Швейцарии, Германии, Югославии, Чехии, Швеции, Норвегии, Румынии и Канаде. Лучшими были признаны барьерные ловушки. Только за 1980 г. в Норвегии, где в ельниках очаги типографа образовались после массового ветровала, в 600 тыс. развешенных ловушек было выловлено 2,9 млрд жуков. Во многих странах за прошедшие годы удалось так отрегулировать численность типографа, что теперь достаточно проводить только мониторинг.

В России группой исследовательских институтов также был разработан феромон короеда-типографа. Он агрегационный и привлекает летающих жуков обоих полов, а также других видов рода *Ips*. Феромон содержит много компонентов (ипсдиенол, ипсенол, цис-вербенол, транс-вербенол и др.), выполняющих различные функции в жизни жуков. К сожалению, в ловушки иногда попадают не только короеды, но и их хищники. Эффективность отечественного препарата более чем в 1,5 раза превышает зарубежные аналоги. В 2001 г. в очагах массового размножения типографа в Московской области в феромонные ловушки с помощью этого препарата было привлечено и выловлено около 1,5 млрд жуков типографа.

Лесным ведомством США выполнялась большая программа по вылову струйчатого заболонника с помощью феромонного препарата мультитура. В настоящее время созданием и испытанием отечественного феромонного препарата для ильмовых заболонников заняты российские ученые.

В нашей стране новые аттрактанты исследуют ученые-химики и биологи. Они разрабатывают не только сами препараты, но и способы их применения, изучают разные формы ловушек, методы их размещения в насаждениях, находят связь между улавливающей способностью ловушек и уровнем численности вида насекомого в насаждениях.

При использовании феромонных ловушек большое значение имеют их форма, место расположения, защищенность от воздействия погодных факторов, удобство осмотра и очищения от насекомых, возможность многократного использования. Так, в очагах короеда-типографа (рис. 74 цв. вкл.) ловушки размещают не ближе чем в 6—10 м от ели, их нельзя вешать на березы, летучие вещества которых отпугивают короеда. При

массовом отлове ловушки желательно вешать по периметру леса не ближе 30—45 м друг от друга. Ловчие деревья, снабженные диспенсерами с феромонами короедов, заселяются ими и впоследствии окоряются или уничтожаются. Использование этого метода против стволовых вредителей очень перспективно.

Феромонные препараты применяют практически во всех развитых странах уже в течение 20 лет и темпы их появления сравнимы с темпами внедрения новых инсектицидов. Достоинства феромонных препаратов заключаются также в том, что они применяются в несравнимо меньших количествах, чем химические. В настоящее время известны феромоны 500 видов чешуекрылых и 193 вида других отрядов, из них только в США для надзора и массового отлова вредителей применяются 200 феромонных препаратов и 26 — для дезориентации насекомых. Их число примерно соответствует числу применяемых инсектицидных препаратов. Более ста различных феромонов успешно применяют в Венгрии, стране с традиционно высокоразвитым сельским хозяйством. Так же широко используются феромоны в Канаде, Австралии, Китае и практически во всех странах Европы.

По данным анализа К. В. Лебедевой (2006), в настоящее время состав феромонов идентифицирован для 42 видов вредителей лесов России. Они либо уже прошли испытания и используются в защите леса, либо находятся в стадии разработки.

Состав феромонов известен для разных экологических групп вредителей. У хвое- и листогрызущих — для пядениц сосновой, обдирало, зимней, коконопрядов соснового, сибирского, кольчатого, непарного шелкопряда, монашенки, златогузки, ивовой и античной волнянок, соснового и дубового походных шелкопрядов, американской белой бабочки, сосновой совки, у листоверток — для листовенничной серой, дубовой зеленой, боярышниковой, ясеновой, листовенничной чехликовой моли, ивовой паутинной моли, пилильщиков соснового обыкновенного и рыжего и др. В настоящее время уже синтезированы и применяются феромоны соснового и сибирского коконопрядов, непарного шелкопряда и монашенки, ряда листоверток.

Известен состав феромонов и для многих стволовых и технических вредителей: кроме синтезированного и успешно применяемого феромона короеда-типографа, состав феромонов известен для большого и малого сосновых лубоедов, пушистого полиграфа, дендроктона, вершинного, шестизубчатого короедов, для типографа и двойника, гравера обыкновенного, заболонников струйчатого и разрушителя, полосатого древесинника, мебельного точильщика и черного домового усача, для большой тополевой стеклянницы, древоточца пахучего, древесницы въедливой. В настоящее время проходят опытные испытания феромоны сосновых лубоедов, дендроктона, заболонников струйчатого и разрушителя.

Изучены феромоны и для некоторых вредителей семян — шишко-вой еловой и акациевой огневки, плодояркой желудевой, еловой шишковой, яблоне-вой и некоторых других.

Генетические методы защиты леса

Генетическая регуляция вредных насекомых по праву включается в систему биологического подавления популяций. Идея регулирования численности вредных насекомых путем нарушения их генетического кода принадлежит крупнейшему отечественному генетику А. С. Серебровскому (1971). Автор идеи еще в 1939 г. предложил путем транслокации нарушать хромосомный аппарат клетки насекомых. По расчетам автора, выпуск таких насекомых в определенном соотношении с природными популяциями должен привести к снижению численности вредных насекомых и постепенному их вымиранию. Впоследствии идея А. С. Серебровского была подхвачена американскими учеными и реализована с некоторыми модификациями при уничтожении опасного вредителя животноводства — мухи *Cochliomyia hominivorax* на огромной территории южных штатов США в 1961—1963 гг. Позднее выпуск стерильных самцов нескольких видов плодовых мух привел к их полной ликвидации на островах Марианского архипелага. Блестящие успехи первых попыток практического применения генетического метода привели к широкому развертыванию работ по его использованию во многих странах. Непременное условие применения генетического метода в любой его форме — детальное знание объекта борьбы, его биологии, характера размножения, расселения в биотопе, миграционных способностей.

Генетические методы многообразны, основные из них следующие.

Транслокационный метод допускает разнообразные варианты, которые могут быть применены к тому или иному виду вредителей в зависимости от биологических особенностей и вредности насекомого. Основные положения его следующие (цит. по А. С. Серебровскому).

Искусственными приемами, главным образом рентгеновским облучением, изменяется хромосомный аппарат насекомого — происходят разрывы хромосом. Оторванные фрагменты хромосом перемешаются и прикрепляются к другим хромосомам. При взаимном обмене фрагментами между хромосомами нарушается распределение хромосомных наборов в процессе деления.

Если в нормальную популяцию в достаточном количестве выпустить «транслоцированные расы», то скрещивание с ними здоровых природных особей приводит к бесплодию, расстройству размножения и уменьшению численности популяции вредителя.

Метод лучевой стерилизации вызывает у насекомых мутации, приводящие к стерильности. Обработка насекомых соответствующими дозами радиации вызывает прекращение упорядоченного деления хромосом в яйцеклетках и сперматозоидах, в то время как остальные процессы жизнедеятельности облученных особей остаются ненарушенными: они активно питаются, передвигаются и спариваются. Однако потомства они не воспроизводят или их потомство нежизнеспособно.

Источниками излучения служат радиоактивные изотопы кобальта (^{60}Co) и цезия (^{137}Cs), причем активными компонентами являются гамма-лучи, а стандартная стерилизующая доза для насекомых колеблется от 2 до 40 кР. Этим способом получают активных в половом отношении, но стерильных самцов для выпуска в здоровую природную популяцию того же вида насекомого. Стерилизации подвергались куколки мясной мухи, которых сбрасывали в бумажных контейнерах с самолета в места выпаса скота.

Впоследствии таким же способом были искоренены тропическая дынная муха (*Dacus cucurbitae*) на островах Тихого океана, средиземноморская плодовая муха (*Ceratitis capitata*) на Гавайских островах, в Никарагуа и в испанской провинции Мурсия, яблонная плодоярка (*Laspeyresia pomonella*) в Британской Колумбии. Из лесных насекомых удачным оказался метод лучевой стерилизации майского хруща (*Melolontha melolontha*) в долинах Швейцарских Альп. В период дополнительного питания самцов стряхивали с деревьев, стерилизовали рентгеновскими лучами и выпускали в подопытный район на площади 30 га. Таким образом практически вся популяция хруща была искоренена.

В целом стерилизация вредных насекомых с помощью радиоактивных лучей имеет наибольшее практическое значение.

Хемостерилизация насекомых с помощью химических веществ наименее трудоемка и экономически и технически более выгодна, так как исключает массовое разведение тест-объектов и использование сложного оборудования. При этом используются высокотоксичные вещества, воздействующие на генетический аппарат насекомых. Хемостерилианты поглощаются насекомыми с пищей либо проникают через покровы тела. Они оказывают действие не только на половые, но и на соматические клетки. Эти вещества способны вызвать доминантные летальные мутации. При спаривании самцы могут передавать активные вещества самкам и таким образом подавлять развитие яиц. Против вредных насекомых применяют следующие группы хемостерилиантов:

— алкилирующие вещества — вещества из группы этиленими-на (ТЭФ, ТИОТЭФ, МеТЭФ, афолаты и др.), которые стерилизуют особой обоим полов и по своему действию схожи с ионизирующей радиацией;

— антиметаболиты (пиримидины, пурины) включаются в синтез генетического материала и лучше стерилизуют самок;

— различные вещества типа фосфамидов, триазинов, колхицин, соединения бора, цинка, а также определенные аналоги гормонов и некоторые природные соединения.

Хемотрестериланты достаточно опасны для человека и животных. При введении крысам ЛД₅₀ наблюдали канцерогенный эффект, мутагенез, изменение состава крови, в частности снижение числа лейкоцитов, тромбоцитов и другие нежелательные явления. Поэтому хемотрестериланты используют в лабораторных условиях, на изолированных участках или специальных приманках.

Глава 25

Интегрированный метод защиты леса

Концепция интегрированного управления популяциями вредителей, Integrated Pest Management (IPM), как новая стратегия защиты растений появилась на Западе в период с 1970 по 1980 г. и связана с именами известных энтомологов, таких как Р. У. Старк, Д. М. Баумгартнер, Г. Р. Смит, Р. Н. Коулсон, А. А. Берриман и др. В России чаще употребляется термин «интегрированная защита растений», применительно к теме настоящего учебника — «*интегрированная защита леса*» (ИЗЛ).

Цель ИЗЛ — не борьба с отдельными лесными вредителями, а устойчивое снижение их численности до хозяйственно допустимого уровня путем использования всех доступных средств и методов на основе учета биоценотических связей и динамики плотности как вредных, так и полезных организмов. ИЗЛ включает в себя самые разнообразные приемы и средства.

Выбор тактики ИЗЛ определяется возможным уровнем экономических и иных потерь от вредителей. Уровень экономических потерь рассчитывается как отношение стоимости избранных методов защиты растений к рыночной оценке стоимости возможной потери выращиваемой растительной продукции. В защите леса в отличие от защиты сельскохозяйственных растений использование этих оценок затруднено из-за сложности подсчета реальной стоимости потерь от размножения вредителей. Однако ориентировочную оценку потенциального ущерба, который может нанести размножение того или иного вредителя, нужно делать. Она может складываться из возможного снижения прироста, объема потерянной древесины вследствие гибели части древостоя, стоимости погибших или замедливших свой рост лесных культур и т. д.

Следует учитывать, что в ряде случаев экологические, рекреационные или эстетические функции лесных экосистем могут быть гораздо важнее их роли в качестве источника древесного сырья. Именно поэтому в большинстве случаев в защитных лесах сплошные санитарные рубки (как мероприятие, позволяющее избежать потери деловой древесины) должны быть исключены.

Таким образом, первый шаг реализации стратегии ИЗЛ — оценка значимости потерь от размножения вредителей. Сбор не-

обходимой информации для анализа потенциальной опасности вредителей и принятия решений ведется в системе лесопатологического мониторинга.

Второй ключевой этап реализации стратегии ИЗЛ предполагает применение превентивных методов контроля численности вредителей, а именно лесохозяйственных методов контроля плотности их популяций, они описаны в гл. 17.

Важная системная мера — использование карантинных мероприятий, препятствующих инвазии (проникновению) в лес чужеземных видов вредных организмов (см. гл. 21). Если в насаждении в результате массового размножения вредных организмов все же возникает угроза существенных потерь, необходимы истребительные мероприятия. Они могут включать применение физико-механических, химических и биологических методов. ИЗЛ предполагает любые их сочетания.

Тем не менее основная цель стратегии ИЗЛ — создание устойчивых лесных экосистем. Этому способствует формирование здоровых насаждений и сокращение до минимума действия ослабляющих факторов: пожаров, промышленных и антропогенных загрязнений, ухудшения качества почвы, появления многочисленных механических повреждений и пр.

Следование перечисленным принципам ведения лесного хозяйства позволяет уверенно достигать поставленной цели. Наглядным примером может служить организация и осуществление ИЗЛ в Финляндии. В этой стране фактически все леса формировались при непосредственном участии человека с учетом требований ИЗЛ. В результате осуществления ИЗЛ финским лесоводам удалось добиться того, что вспышки массового размножения вредителей в последние 20 лет на их территории практически отсутствуют. Между тем в соседних с Финляндией лесах России, где пренебрегают правилами ИЗЛ (Ленинградская и Архангельская области, Карелия), вспышки размножения вредителей не редкость.

Следует учитывать, что на территории России в силу специфических факторов (огромные территории, слабая развитость транспортной инфраструктуры) ИЗЛ в полной мере осуществима только в районах с высокой интенсивностью лесопользования, где лесовосстановление и уход за лесом ведутся последовательно и экономически оправданы. На большей части территории России (большинство районов Сибири, Дальнего Востока, европейского севера, северо-запада и северо-востока) в полной мере системы ИЗЛ пока не осуществляются, хотя все чаще интегрируются различные приемы снижения плотности популяций вредителей. В ряде случаев, например при увеличении плотности популяций короедов, выборочные санитарные рубки сочетаются с использованием ловчих деревьев и феромонных ловушек.

Одно из неперенных условий функционирования систем ИЗЛ — максимально возможное использование природной полезной фауны.

Прежде всего следует стремиться сохранять ее во всем многообразии и объеме, а затем постараться усилить защиту леса.

В обозримом будущем вряд ли защита леса станет возможной без применения пестицидов; пока им не нашли столь же действенных и доступных альтернатив. Однако накоплено огромное количество данных об отрицательных для природы и человека последствиях безудержного применения химических средств защиты (С. С. Ижевский, 1995). В настоящее время все пестициды, в том числе и последнего поколения (пиретроиды и др.), в той или иной степени отрицательно влияют на полезную энтомофауну.

С экологической точки зрения намного безопаснее бактериальные препараты. Но все чаще появляются данные о том, что и они могут оказывать отрицательное воздействие на жизнедеятельность энтомофагов (С. С. Логойда, 1991). Обработка лесов против непарного шелкопряда и монашенки бактериальными препаратами на основе *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) снижает видовое разнообразие энтомофауны, уничтожая нецелевые объекты, например жужелиц (J. J. W. Sklodowski, 1996). Отрицательная роль бактериальных препаратов проявляется и опосредованно: при интенсивном инфицировании гусениц и куколок погибают ранее заразившие их эндопаразиты (Я. И. Марченко, О. И. Гуркиевич, 1994).

Как же совместить современное представление об экологической опасности широкомасштабных химических или микробиологических обработок леса с необходимостью бороться с массовыми его вредителями? Разрешимо ли это противоречие?

Накоплен большой опыт, позволяющий ответить на этот вопрос утвердительно. Существует множество приемов, оптимизирующих химические обработки, т. е. позволяющих добиваться максимального результата при минимальном применении пестицидов.

Решение о проведении химических обработок леса всегда принимается в надежде на максимально полное (в идеале на 100%-е) уничтожение целевого объекта. В действительности это никогда не удается, и было бы очень плохо, если бы удавалось, поскольку при этом в результате непосредственного действия пестицидов и по причине неизбежного голода на гибель были бы обречены все специализированные (наиболее эффективные) враги вида-мишени.

Использование против хвое- и листогрызуших вредителей инсектицидов широкого спектра действия часто провоцирует новые вспышки их размножения. По данным американских лесопатологов, на востоке Техаса вспышки размножения лубоеда (*Dendroctonus frontalis*) длились значительно дольше в тех случаях, когда против него проводили химические обработки. С высокой степенью достоверности было показано, что такие обработки сильнее воздействовали на природных врагов дендроктона, нежели на него самого (D. L. Williamson, J. P. Vite, 1971).

Нередко после химических обработок численность целевого вредителя восстанавливается значительно быстрее, чем численность его врагов, быстро достигая порогового уровня. Межвспышечные периоды сокращаются, а продолжительность вспышек растягивается на многие годы. В результате этого суммарные экономические потери могут пре-

высить потери, которые были бы в случае полного отказа от химических обработок.

Гетерогенность любой популяции вредителя по любому признаку предполагает существование в ней особей, различающихся и по устойчивости к применяемому пестициду. Такие особи выживают и дают начало резистентной популяции. Появление резистентности вынуждает повышать нормы расхода пестицида, увеличивать кратность обработок или даже полностью заменять средство защиты. Собственно, именно осознание неизбежности перечисленных нежелательных последствий применения пестицидов и побудило к созданию систем ИЗЛ.

Напомним основной постулат новой стратегии защиты леса. Признается, что целью защитного мероприятия должно быть не 100%-е уничтожение вредителя, а снижение плотности его популяции до порогового уровня. Это кардинально меняет подход к защитным мероприятиям. Так, было бы ошибкой обрабатывать лес пестицидами на ранней стадии вспышки вредителя, поскольку природные его враги, особенно из группы *плотностно зависимых видов*, были бы уничтожены. При этом процесс нарастания численности вредителя был бы лишь прерван, но не остановлен.

Недопустимы сплошные обработки насаждения. Известно, что равномерное распространение в нем вредителя скорее исключение, чем правило. Обычно растительоядным насекомым свойственно *агрегационное (групповое) распределение* в пространстве. А это означает, что при сплошных обработках значительные площади подвергаются химизации напрасно. Многими практиками защиты леса в разных странах неоднократно подтверждался известный экологам тезис: «*Чем большая площадь одновременно подвергается обработкам, тем более высокого уровня достигает впоследствии численность вида-мишени*» (D. A. Varboag, 1988). Идеальной была бы система защиты, при которой обрабатывались бы только участки и выделы, где сосредоточена основная масса вредителей. Разработка и внедрение методики точных (точечных) целевых обработок — один из радикальных путей повышения эффективности химической защиты растений.

Есть и другие приемы, вполне доступные и достигающие той же цели. При химических обработках можно и нужно оставлять рефугиумы — участки леса (возможно наименее ценные), которые не подвергались бы обработкам и служили резерватами для полезной энтомофауны. Именно из таких участков сохранившиеся паразитические и хищные насекомые после прекращения обработок распространяются по всему лесу.

Значительная часть полезной фауны сохраняется при ленточных или полосных обработках. При переходе на такую тактику требуется более высокая квалификация специалистов защиты леса и более тщательный учет численности полезных и вредных членов биоценоза. Некоторые потери от вредителей на необработанных участках неизбежны, но они с лихвой окупаются последующей экономией пестицидов за счет активной деятельности быстро восстанавливающегося сообщества полезных обитателей леса.

Характеристика любого современного пестицида должна включать сведения о его токсичности для нецелевых объектов, в том числе для энтомофагов.

Пестициды широкого спектра действия часто более токсичны для полезных представителей ценоза, чем для вредных. Известно, например, что метоксихлор в 600 раз токсичнее для имаго паразита *Microctonus aethiops*, чем для имаго его хозяина — долгоносика (R. V. Dumbre, A. A. Howeg, 1976). Именно по этой причине при выборе пестицидов для широкомасштабных обработок преимущество отдают препаратам избирательного действия. Обладая высокой эффективностью против ограниченного числа видов-мишеней, они не влияют на полезную фауну либо оказывают на нее минимальное отрицательное воздействие.

Сохранить полезную фауну позволяет применение селективных препаратов. Сама разработка первых программ интегрированной защиты растений стала возможной лишь после появления селективных препаратов избирательного действия. К таким препаратам относятся пиримикарб (пиримор), цигексатин, вимидотион (кильваль), меназон (сайфос), эндосульфат (тиодан), тимет (форат), диметоат (рогор), формотион (антио). Они безвредны для пчел, большинства паразитических и хищных насекомых, быстро разлагаются и не способны длительно циркулировать в трофических цепях. Деметон (меркаптофос), оксидеметон-метил быстро проникают сквозь клеточные мембраны и сосредотачиваются в ксилеме. Поглощаясь насекомыми вместе с растительным соком, они действуют на сосущих вредителей как кишечные яды, оставаясь для полезных беспозвоночных практически безвредными. К сожалению, большая часть системных инсектицидов эффективна лишь против сосущих вредителей: тлей, клещей, трипсов, белокрылок, листоблошек. Против основных хвое- и листогрызущих вредителей они малоэффективны.

Степень воздействия пестицида на полезных обитателей леса зависит и от специфичности препаратов. Польские специалисты обнаружили, что при обработках против монашенки контактными пестицидами широкого спектра действия средняя плотность паразитических насекомых — ихневмонид составляла 0,04 особи на 1 м², а при обработках пестицидами кишечного действия была на порядок выше (0,9 особи на 1 м²) (F. Hilszczanski, 1994).

В ряде стран созданы специальные службы оценки влияния пестицидов на полезную фауну. В Германии необходимость подобной проверки включена в закон о защите растений. Понятно, что выбор наиболее щадящих полезную фауну пестицидов возможен только при наличии обширного ассортимента препаратов.

Судьба нецелевых объектов, в том числе энтомофагов, во многом зависит от препаративной формы применяемого пестицида. Изменяя ее, удается резко снизить отрицательные последствия от действия пестицидов, даже не обладающих исходной селективностью. Многие из них поддаются инкапсуляции. Инкапсулированные микрочастицы (в полимерной оболочке) наносятся на защи-

щаемое растение либо уже в готовой форме, либо они образуются в момент выброса рабочей жидкости из опрыскивателя на пути к виду-мишени. Инкапсуляция кишечных ядов способствует тому, что они проявляют токсичность исключительно после того, как окажутся поглощенными (проглоченными) растительноядными насекомыми с кормом. Для большинства энтомофагов такие препараты совершенно безвредны.

Не причиняют ущерба полезной фауне препараты и в гранулированной форме, когда их вносят в почву: пчелы и паразитические насекомые с ними не контактируют и полностью сохраняются.

Опыливание всегда более опасно для энтомофагов, чем опрыскивание.

Авиационные опрыскивания опасны вероятностью сноса части пестицида на окружающие участки. В таких случаях зона поражения и гибели полезной фауны значительно расширяется. Одновременно возрастают потери препарата. При наземных обработках они намного меньше.

Восприимчивость насекомых к инсектицидам не только видоспецифична. Она во многом определяется стадией *онтогенеза* и физиологическим состоянием насекомых в период обработок. Знание биологии энтомофага часто позволяет не только сохранить его во время обработок, но даже повысить эффективность защитного мероприятия. Многим энтомофагам удается избежать контакта с препаратом, поскольку они защищены от него тем или иным способом. Некоторые сохраняются под щитком кокцид, под защитой личиночных или куколочных шкур своих жертв, а также в различных укрытиях (под корой, в свернутых листьях), где ведут поиск корма. Многих энтомофагов спасают от инсектицидов коконы, особенно плотные у диапаузирующих особей. Сложнее сохранить энтомофагов в тех случаях, когда растения повреждаются различными группами вредителей. При этом усложняется разработка тактики защиты. Но знание биологии и фенологии вредных и полезных организмов, населяющих биоценоз, позволяют найти оптимальное решение.

Сохранить многих полезных членистоногих удастся, выбирая подходящее время суток для химических обработок. Время обработки должно возможно точнее соответствовать времени наибольшей восприимчивости вредителя к применяемому пестициду. Обычно наибольший эффект достигается при обработках открытоживущих личинок или гусениц младших возрастов. Некоторые виды листогрызущих насекомых, как правило, питаются на нижней стороне листа и потому малоуязвимы при опрыскивании. Но к вечеру они перемещаются на верхнюю сторону листа, что позволяет уничтожать их путем опрыскивания именно в вечернее

время. При этом дозы препаратов могут быть значительно снижены.

Следует отказываться от обработок в период пика активности наиболее массовых и эффективных энтомофагов. Укрытием для хищников могут служить опавшие и свернувшиеся листья, отстающая кора, различные трещины и щели на стволах деревьев. Многие из них ведут ночной образ жизни, а днем прячутся в таких местах. Если подобных укрытий много, популяции хищников сохраняются даже при интенсивных химических обработках.

В ряде случаев пестициды широкого спектра действия вполне могут применяться совместно с энтомофагами. Надо лишь выбрать для обработок такое время, когда энтомофаги так или иначе будут защищены от пагубного воздействия препарата. Например, неоднократно упоминавшаяся трихограмма выдерживает, не погибая, обработку насаждений пестицидом, когда находится внутри яйца хозяина при условии, что пестицид разлагается быстрее, чем начинается лёт нового поколения паразитов.

Для того чтобы максимально сохранить полезную энтомофауну при химических обработках, необходимо учитывать не только влияние самих пестицидов, но и всех иных лесохозяйственных и лесозащитных мероприятий. Вынос из леса в больших количествах древесины и упрощение структуры насаждений (в том числе вновь создаваемых) приводит к существенному изменению состава полезной энтомофауны. Лесные виды исчезают, а им на смену приходят полевые и луговые виды.

В рекреационных лесах приходится прибегать к охране полезных насекомых от непосредственного антропогенного воздействия. Особые меры необходимы для защиты колоний муравьев (муравейников) (см. подразд. 18.10).

ЗАЩИТА ОБЪЕКТОВ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ

Глава 26

Системы лесозащитных мероприятий

26.1. Общие положения

Защита леса и лесной продукции проводится на протяжении всего цикла лесоразведения и лесопользования, на всех *эколого-производственных объектах лесного хозяйства*, отличающихся по экологической обстановке и обитающему там комплексу популяций насекомых. Это лесные насаждения разных возрастных групп (молодняки, средневозрастные, приспевающие, спелые и перестойные); семенные хозяйства; плантации; хранилища семян и плодов древесных пород; питомники; лесные площади, подлежащие закультивированию; лесные культуры на разных этапах своего роста и формирования, в том числе до и после смыкания; полезащитные и придорожные защитные лесные полосы; выруб-ки с сохраняемым подростом; древесина на складах и в сооружениях.

Комплексы характерных для этих объектов вредителей рассмотрены в ч. II настоящего учебника.

Защита разных эколого-производственных объектов лесного хозяйства от вредителей сопряжена с применением комплекса общих и специфических методов, средств и технологий, из которых складываются *системы лесозащитных мероприятий*, используемых в отдельных природных территориально-производственных комплексах на определенной территории в арендуемых лесах, на предприятиях, объединениях и др. Система лесозащитных мероприятий может использоваться как для защиты отдельных объектов лесного хозяйства, так и против конкретных видов и комплексов вредителей. Она предусматривает одновременно создание условий, неблагоприятных для развития очагов вредителей и болезней, и активные методы их непосредственного уничтожения или подавления.

Системы лесозащитных мероприятий включают практически все методы лесозащиты: организацию лесопатологического мо-

нитинга и надзора за появлением и массовым распространением вредителей и болезней; мероприятия по повышению биологической устойчивости насаждений; активные методы защиты растений от вредителей и болезней, в том числе все способы использования средств защиты растений, экологическую и экономическую оценки результатов мероприятий до и после их применения.

В практике защиты растений в России и за рубежом все большее признание приобретает тенденция замены системы мер борьбы с теми или иными вредителями на систему управления их численностью. При управлении ставится задача не тотального истребления популяции, а снижение ее численности до допустимого уровня. Такая тенденция отвечает современным требованиям к любым видам воздействия человека на природу, одновременно являясь более реалистичной и достижимой.

В лесах, где условия жизни организмов изменены хозяйственной деятельностью человека меньше всего, а затраты на защиту растений окупаются нередко через многие годы, наиболее истребительные мероприятия перспективны лишь при угрозе существования насаждений.

Все мероприятия должны быть экологически и экономически эффективными, а их применение должно основываться на исчерпывающей достоверной информации о состоянии защищаемых объектов, численности насекомых и на данных прогноза о динамике их популяций. Система управления численностью популяций насекомых может быть представлена в виде схемы принятия решения, пригодной для использования в типичных ситуациях при существующих способах ведения лесного хозяйства и лесопользования.

Эколого-экономическое обоснование мероприятий по защите растений в лесном хозяйстве — одна из наименее разработанных проблем. Можно назвать лишь немногие экологические группы вредителей, для которых оно создано.

Примером могут служить подготовленные Г. В. Стадничким с соавторами (1974) временные практические рекомендации по учету, надзору и прогнозу вредителей репродуктивных органов хвойных пород и борьбе с ними на семенных участках. В рекомендациях приводится таблица для определения целесообразности лесозащитных мер на основе данных о численности вредителей, урожае семян, возможном ущербе и затратах на борьбу. А. В. Голубевым (1988, 2004) разработана система принятия решения о целесообразности борьбы с группой хвое- и листогрызущих насекомых (см. подразд. 26.4), которая основана на сравнении потенциального ущерба от повреждения леса насекомыми с затратами на проведение защитных мероприятий.

26.2. Система защиты генеративных органов древесных растений (шишки, желуди, плоды и семена)

Система защиты плодов и семян древесных растений включает организацию и осуществление надзора, выполнение правил лесной профилактики в лесосеменных хозяйствах, правильную организацию сбора и хранения плодов и семян, экспертизу семян, активные методы их защиты. Различают защиту плодов и семян при созревании в древостоях, хранении и высева. Наиболее сложно организовать защиту плодов и семян на деревьях, когда вредители ведут скрытый образ жизни, находятся внутри шишек, плодов и семян и трудноуязвимы.

В основе мероприятий по защите плодов и семян в период их созревания лежат *надзор, учет и прогноз вероятного ущерба*. На основании этого хозяйства получают возможность планировать объемы заготовок шишек и плодов, учитывать потери, выбирать наиболее выгодные насаждения для сбора и своевременно проводить мероприятия по борьбе с вредителями. Цель надзора за вредителями плодов и семян — выявление их видового состава и динамики развития, определение потерь от них.

Надзор осуществляют путем периодического сбора и анализа плодов (желудей) или шишек. Сбор проводят не менее двух раз в год в соответствии со сроками развития плодов, шишек и семян в них и биологией главных вредителей. Так, в семенных хозяйствах ели первый раз собирают шишки спустя 10—12 дней после закрытия чешуи и оборота шишек вершинами вниз, а второй после окончания вегетации — в октябре — ноябре.

В пределах участка для надзора выбирают 3—5 плодоносящих деревьев и с них методом случайной выборки берут несколько десятков шишек, желудей или других плодов. Шишки или плоды осматривают, затем вскрывают, учитывают всех вредителей и определяют плотность популяции, встречаемость каждого вида и процент поврежденности им шишек. Полученные данные позволяют сделать заключение о видовом составе вредных насекомых, их численности и вредоносности.

Анализ данных надзора за пораженностью плодов и семян вредителями позволяет судить о динамике их развития и угрозе поражения ими в последующие годы.

Основная база для заготовки высококачественных семян — семенные участки. На их территории необходимо соблюдать все *правила лесной профилактики*. Под лесосеменные участки выбирают здоровые, лучшие по росту и качеству древостои, начиная с 20-летнего возраста. При закладке лесосеменных участков нуж-

но стремиться к отбору экотипов и наследственных форм древесных растений, наиболее устойчивых к вредителям, инфекционным болезням и климатическим воздействиям. С этой целью на лесосеменных участках для сбора семян отбирают деревья, отличающиеся от окружающих лучшим ростом, с хорошо развитой кроной, правильным ветвлением, прямым стволом. С остальных деревьев семена не собирают, худшие из них постепенно удаляют в процессе ухода за лесом. Для повышения урожая семян на лесосеменных участках систематически изреживают верхний полог древостоя. Большинство вредителей плодов и семян светолюбиво, поэтому изреживание проводят равномерно, постепенно доводя расстояние между кронами соседних деревьев до 1—2 м. При этом в первую очередь удаляют деревья, заселенные стволовыми вредителями, большие и сухостойные. На участках необходимо сохранять подлесок из почвоулучшающих кустарников или создавать второй ярус из деревьев третьей величины, а по опушкам полезно высевать многолетние травы, обильно цветущие в течение всего лета. Все это, вместе взятое, создает благоприятные условия для размножения насекомых-энтомофагов и привлечения насекомоядных птиц.

При создании лесосеменных плантаций, особенно в первые годы, необходимо обеспечить тщательный уход за почвой и проводить необходимые мероприятия по защите молодых растений от комплекса вредителей. Важное значение имеет *выбор оптимальных сроков сбора и способов заготовки семян* с учетом биологических особенностей древесных пород в местных условиях.

Важным направлением системы защитных мероприятий против вредителей является *защита собранных запасов плодов и семян при их хранении*. Семена за исключением желудей и других плодов с большим содержанием воды, должны храниться на складах и в специальных семеновохранилищах в состоянии, близком к воздушно-сухому. Помещения под склады и хранилища периодически проветривают, очищают и дезинфицируют. Особое внимание следует уделять поддержанию оптимальных температуры и влажности воздуха и аэрации семеновохранилищ.

Активные методы защиты урожая плодов и семян от вредителей применяют на лесосеменных участках и на плодоносящих семенных плантациях.

Химическая защита шишек и семян хвойных пород (ель и лиственница) от вредителей основана на применении пестицидов внутрирастительного (системного) действия. Они используются в виде водных эмульсий, имеющих концентрацию действующего вещества в пределах 1—2%. При наземных обработках проводят индивидуальное или групповое опрыскивание плодоносящих крон из расчета 1—2 л эмульсии на дерево, что составляет

500 — 700 л/га. При обработке высокоствольных семенных участков можно применять вертолеты. При этом расход рабочей эмульсии составляет 200 — 300 л/га. Семенные участки в ельниках опырыскивают однократно, в период, когда женские почки освобождаются от покрывающих их чешуй, и до окончания пыления. Семена лиственницы защищают позднее — после окончания лета лиственничных мух. Для снижения поврежденности желудей их регулярно собирают и сортируют. Собирают нужно все желуди: мелкие, недоразвитые, поврежденные, здоровые. Собирают и сортируют желуди ежегодно с середины августа до начала октября через каждые 5 — 7 дней. Поврежденные желуди можно скормить скоту.

26.3. Система защиты растений в питомниках, культурах и молодняках

Для защиты растений в питомниках, культурах и молодняках очень большое значение имеют профилактические мероприятия, обеспечивающие выращивание хорошего посадочного материала и устойчивых насаждений.

Для успешного выращивания посадочного материала в питомниках необходимы *обоснованный выбор места для закладки питомника и тщательное соблюдение правил агротехники*. Не следует закладывать питомники на тяжелых и влажных, глинистых и суглинистых почвах, на ветроударных и южных склонах и пониженных местах. Нужно выбирать ровные, защищенные от ветра места на расстоянии не менее 100 м от стен леса, а лучше — на расстоянии 250 — 300 м, так как деревья в лесных насаждениях могут стать источником грибных заболеваний или расселения вредных насекомых. Растущие вблизи питомников одиночные лиственные деревья удаляют во избежание привлечения майского хруща или помещают на них скворечники, так как во время подготовки почвы скворцы охотно уничтожают личинок.

Площади, выбранные под питомник, должны быть обследованы на заселенность вредителями корневых систем растений, в первую очередь личинками хрущей. При наличии даже одной личинки опасных видов хрущей на 1 м² требуются истребительные мероприятия против них.

Площади, предназначенные для выращивания сеянцев и саженцев, рекомендуется содержать в течение года под черным паром, что способствует уничтожению сорняков и почвообитающих насекомых, а также предохраняет от нового заселения ими. Сорная растительность для многих насекомых и грызунов служит местом обитания и источником питания (подгрызающие совки). По-

этому следует тщательно уничтожать все сорняки, содержать не занятую посевами площадь питомника в чистоте, не запаздывать с культивацией, многократно рыхлить почву и обрабатывать междурядья.

Удобрения и другие почвоулучшающие средства, стимуляторы роста растений, препараты, повышающие их устойчивость, усиливают рост растений, способствуют появлению дружных всходов, развитию листовой поверхности и корневой системы, увеличивают восстановительную способность растений. Для сеянцев большинства древесных пород необходимы повышенные дозы фосфора и относительно меньшие — азота и калия. При использовании для удобрения почвы навоза и компоста их следует вносить только в перепревшем, разложившемся состоянии в количестве 20 — 40 т на 1 га. Полупревший навоз лучше вносить под чистый или занятый пар за год до посева семян или посадки сеянцев в школы.

Кислые супесчаные, суглинистые и глинистые почвы (при pH меньше 5) в питомниках следует известковать из расчета 1,2 — 3,0 т извести на 1 га площади, а солонцы гипсовать. Гипс вносят в паровое поле под основную вспашку в количестве от 2 до 8 т в зависимости от степени засоленности почвы. Мульчирование почвы улучшает ее физические свойства, препятствует развитию сорняков и поселению вредителей, является хорошим средством защиты от чернотелок.

Установленный в постоянных питомниках севооборот весьма существенно влияет на насекомых, обитающих в почве, особенно малоподвижных, препятствует развитию грибных заболеваний и истощению почвы. Введение в севообороты злаково-бобовых и вико-овсяных смесей, люпина, мака, гречихи и некоторых других растений защищает почву от заселения ее хрущами. В системе севооборота нужно чередовать во времени посевы хвойных и лиственных пород. Для каждого питомника севообороты разрабатывают на месте применительно к почвенным, климатическим и хозяйственным условиям района, исходя из плана выращивания посадочного материала.

По периметру питомника необходимо прорыть ловче-заградительную канаву размером 70 × 70 см, что предохранит сеянцы от вторжения насекомых и грызунов. Кроме того, по границам питомника рекомендуется устраивать живую изгородь из колючих кустарников, не повреждаемых скотом и охотно заселяемых насекомоядными птицами.

Семена высевают как можно раньше, соблюдая нормальную глубину заделки и нормы посева, избегая слишком густых посевов. На тяжелых почвах при посеве мелких семян хвойных пород в посевные борозды рекомендуется добавлять свежий песок. Вы-

сеянные семена древесных пород часто выклеивают птицы, поедают грызуны, повреждают проволочники и ложнопроволочники или поражает гниль. Техника защиты посевов разработана недостаточно, однако существуют и химические средства, и лесокультурные приемы, способствующие защите семян в почве в период их прорастания. Для защиты от грызунов и птиц семена нужно тщательно заделывать в почву, не оставляя следов борозд, применять механическую защиту. От птиц посевы защищают покрывками, отпугивают пугалами и кусками материи, развевающимися на ветру.

Необходимо регулировать интенсивность полива, своевременно затенять всходы, систематически пропалывать посевы. В посевных отделениях нельзя хранить компост и старую солому. Выполотые сорняки с территории питомника немедленно удаляют.

Сеянцы и саженцы после их выращивания тщательно сортируют, при этом все большие, плохо развитые, двухвершинные и кустящиеся растения удаляют.

Особое значение профилактические мероприятия имеют при создании лесных культур. Большое влияние на распространение и размножение вредителей корней оказывает *обработка почвы*. При вспашке разрушаются камеры окукливания насекомых, личинки их попадают в поверхностные слои почвы, где гибнут вследствие нарушения условий обитания, уничтожаются режущими частями почвообрабатывающих орудий, птицами, запахиваются в глубокие слои почвы, откуда не могут выбраться. Уничтожаются также норы грызунов.

При культивировании площадей, заселенных хрущами, обязательны глубокая (22 — 26 см) сплошная обработка почвы и двухлетнее парование в предлётный и лётный годы. Гибели вредителей особенно способствуют глубокая зяблевая вспашка, тщательная обработка междурядий и содержание намеченных для культивирования площадей под черным паром, если они заселены хрущами, и под ранним паром, если они заселены щелкунами.

Временное сельскохозяйственное пользование служит вспомогательным мероприятием в борьбе с майским хрущом и должно продолжаться не более 3 лет. Его начинают в предлётный и лётный годы восточного майского хруща и заканчивают в год, после которого идут подряд два нелётных года. В южной зоне, где открытые почвы в значительной степени заселяет июльский (пестрый) хрущ, в междурядья лесных культур следует засеивать бахчевые, кукурузу, люпин, проводя дополнительное рыхление почвы. В северной зоне при сельскохозяйственном пользовании можно высевать злаковые, пропашные и бобовые культуры. Временное сельскохозяйственное пользование, как и незанятый пар, дает хорошие результаты и при борьбе с другими видами вредителей.

Оно может быть применено против желтогорлой мыши — бича посадок дуба в лесостепной полосе.

В местах, где есть опасность распространения майского хруща, сосновые культуры нужно выращивать на вырубках немедленно после рубки. Если же окажется, что почва заселена хрущом еще до рубки леса, культуры можно закладывать лишь после того, как площадь вырубки освободится от основной массы хруща (после лётного года). Лучше всего посадку сеянцев приурочить к весне лётного и предлётного годов хруща.

Для посева (посадки) используют высококачественные семена, отсортированные по массе и величине, и здоровые, хорошо развитые стандартные саженцы.

Выращиванию здоровых, устойчивых к заболеваниям посадок способствует внесение удобрений. На песчаных малоплодородных почвах, где произрастает сосна, необходимы азотистые удобрения. В районах с достаточным увлажнением их может заменить люпин, который высеивают в междурядьях.

Часто культуры гибнут вследствие плохой посадки, загиба и повреждения корневых систем. Саженцы с деформированной корневой системой часто подвергаются нападению смолевков, короедов-корнежилков, хрущей и других вредителей и вскоре гибнут.

Большое значение при создании культур имеет подбор состава древесных пород, схема их смешения и густота посадки. Необходимо подбирать наиболее устойчивые к вредителям и болезням древесные породы, учитывая их влияние друг на друга и на формирование напочвенного покрова. Особое внимание обращают на отбор и культивирование форм, наиболее устойчивых к вредителям. Так, зеленошишечная форма ели меньше повреждается морозами и монашенкой; позднораспускающаяся форма дуба устойчивее к весенним заморозкам и листогрызущим вредителям, чем ранораспускающаяся, и т. д.

Тип культур должен максимально соответствовать принципу выращивания смешанных многоярусных насаждений с вертикальной сомкнутостью. На юге и юго-востоке европейской части России нужно стремиться к созданию культур по древесно-кустарниковому и древесно-теневому типам, избегая преобладания в них ясеня из-за размножения древесницы въедливой или одних ильмовых пород, способствующих размножению заболонников и распространению голландской болезни. Кроме того, в насаждениях, созданных по древесно-кустарниковому и древесно-теневому типам, условия среды неблагоприятны для размножения светолюбивых злаков.

Неблагоприятные условия для светолюбивых видов лесных насекомых создают также густые опушки. Например, густые опушки из сосны и березы препятствуют размножению подкор-

ного клопа. В то же время они в некоторой степени задерживают распространение пожаров и служат местом концентрации майского хруща во время лёта, что упрощает борьбу с ним. Опушки из лоха, боярышника и других кустарников в полезащитных насаждениях и зеленых зонах вокруг городов снижают заселенность насаждений непарным шелкопрядом, листовертками, вредителями плодов, златками, служат местами массового гнездования насекомых и птиц и заграждением от скота.

Создание смешанных (хвойно-лиственных) насаждений препятствует размножению многих вредителей. Смешивание пород в рядах и между рядами, размещение посадочных мест в шахматном порядке предотвращают расселение тлей, червецов и других сосущих насекомых. При подборе древесных пород нужно учитывать и возможность их влияния на расположенные рядом с ними сельскохозяйственные культуры. Так, на акации и бобовнике поселяется акациевая огневка, повреждающая бобовые на огородах и полях; на ильмовых развивается злаковая тля и т. п.

Своевременный уход за посевами и посадками в первые годы их жизни обеспечивает нормальный рост и устойчивость лесных культур к неблагоприятным факторам внешней среды, вредителям и болезням. Важное значение имеют такие мероприятия, как уничтожение сорняков, прополка культур и рыхление почвы, пополнение культур в целях быстрее их смыкания.

Надзор за появлением и распространением вредителей и болезней в питомниках и молодняках и их лесопатологическое обследование — составная часть общей системы защиты молодых растений. На площадях, отводимых под питомники и культуры, обязательное мероприятие — *определение заселенности почв вредителями корневых систем растений*, которое обычно проводят за 1—2 года до посева и посадки растений. После закладки питомника и в культурах организуют постоянный *рекогносцировочный и детальный лесопатологический надзор*.

В питомниках рекогносцировочный надзор заключается в систематическом визуальном наблюдении за состоянием растений во всех отделениях, регистрации сроков появления вредителей, определении их встречаемости и степени повреждения растений.

При *детальном лесопатологическом обследовании молодых культур и естественных молодняков* для оценки состояния растений закладывают безразмерные пробные площади с пересчетом не менее 50 деревьев по категориям состояния. При этом в культурах и молодняках с диаметрами деревьев до 6 см выделяют 4 категории состояния: 1-я — без признаков ослабления, 2-я — ослабленные, 3-я — усыхающие, 4-я — усохшие. В более старших по возрасту культурах с диаметром ствола 6 см и более выделяют 6 категорий состояния деревьев: 1-я — без признаков ослабления,

2-я — ослабленные, 3-я — суховершинные, 4-я — усыхающие, 5-я — усохшие в текущем году, 6-я — усохшие в прошлые годы. В культурах осенью ежегодно учитывают очаги вредителей и болезней и при необходимости проводят лесопатологические обследования.

Надзор за восточным майским хрущом ведут ежегодно по личинкам и имаго. При этом учитывают лётные годы хруща, численность его отдельных возрастов и их динамику. Рекогносцировочный надзор сводится к визуальным наблюдениям за интенсивностью лёта хруща, временем появления жуков, прикопкам на лесокультурных площадях, подлежащих закультивированию. Через каждые 5 дней после начала лёта на контрольных деревьях отлавливают несколько десятков жуков, определяя половой индекс и плодовитость самок. Об интенсивности лёта судят по количеству жуков, отловленных сачком или ловушкой в единицу времени (10, 30, 60 мин).

Для детального надзора в культурах выбирают 3—5 наиболее характерных участков, соответствующих экологии хруща в данном географическом районе, и на них ежегодно ведут почвенные раскопки. Их следует проводить либо в первой половине лета, либо в августе до начала или после завершения линьки личинок и окукливания. На каждом из обследуемых участков методом случайной выборки размещают по 20—30 ям площадью 0,5 м². По результатам раскопок определяют плотность популяции или среднюю заселенность 1 м² личинками хруща, отдельно для каждого возраста, их встречаемость, соотношение личинок по возрастам в процентах и на этой основе определяют лётные годы хруща.

В случае большой заселенности насаждения восточным майским хрущом назначают специальные лесопатологические обследования. В итоге обследований составляют карту заселенности лесного массива хрущом по основным станциям обитания, уточняют его лётные годы, составляют проект истребительных мероприятий против жуков во время их дополнительного питания в кронах с использованием химических или биологических препаратов, планируют сроки и способы производства лесных культур на площадях, заселенных хрущом.

Надзор за сосновым подкорным клопом ведут в чистых сосновых культурах 5—25-летнего возраста, созданных на бедной сухой почве, по повышенным элементам рельефа, на площадях изпод сельскохозяйственного пользования. Надзор осуществляют путем осмотра стволиков деревьев в августе — сентябре. При этом на межмутовочных побегах с отслаивающимися пластинками коры снимают несколько пластинок и, осматривая их, оценивают численность клопа в баллах: 0 — клоп отсутствует, 1 — отдельные особи имеются под частью пластинок, 2 — под каждой пластин-

кой встречаются одиночные особи или отдельные группы клопов; 3 — под каждой пластинкой коры находятся группы клопов. Если численность клопа можно оценить баллом 2 или 3, то такие участки дополнительно обследуют и при необходимости планируют активные методы химической защиты этих культур от клопа.

Надзор за большим сосновым слоником ведут путем учета жуков в период их лёта либо на заселяемых ими пнях, либо с помощью ловче-заградительных канавок, которые вырывают на границе между свежими вырубками и участками сосновых культур. Определяют численность слоников на один пень и затем пересчитывают на 1 га и 1 м². Определяют половой индекс и возрастную структуру популяции. При обследовании поврежденных слоником сосновых и еловых культур на каждые 10 га берут 2—5 проб с учетом 100 растений на каждой и на них пересчитывают деревья по четырем категориям состояния. Отдельно для каждого дерева отмечают наличие и степень его повреждения: а) без повреждения, б) слабоповрежденные (на стволиках наблюдаются отдельные ранки, нанесенные долгоносиком), в) среднеповрежденные (ранок много, но дерево заливают их смолой и имеет зеленую, хотя и укороченную хвою), г) сильноповрежденные (ранки сплошь покрывают ствол).

Надзор за побеговыми бабочками проводят путем учета интенсивности лёта бабочек с их отловом, а также по поврежденным побегам сосны на пробных площадях, осматривая при этом не менее 50—100 молодых деревьев на каждые 10 га культур. Надзор осуществляют в чистых сосновых культурах до их смыкания в возрасте 3—5 лет. Определяют видовой состав побеговых бабочек и соотношение отдельных видов. На пробах ведут пересчет деревьев по их состоянию и характеризуют поврежденность побегов — боковых и центрального.

Активная защита молодых растений необходима в питомниках, где срок выращивания посадочного материала короткий, а затраты на его производство и его стоимость высокие. Объем и характер мероприятий по активной защите растений в питомниках и культурах в первые годы после посадки зависят от уровня агротехники, качества посадочного материала, соответствия условий произрастания требованиям древесных пород, от состава и типа культур, технологии посадки, своевременности и интенсивности ухода за растениями.

При незначительном повреждении посевов и посадок вредителями и локальном их распространении используют *физико-механические методы защиты растений*. В питомниках и культурах собирают и уничтожают кладки яиц и гусениц непарного шелкопряда и других чешуекрылых, лжегусениц пилильщиков, жуков-долгоносиков, листоедов; срезают и уничтожают находя-

щиеся в кроне и на ветвях паутинные гнезда с гусеницами золотозубки, боярышницы, кладки яиц и гнезда кольчатого коконопряда, побеги и листья с галлами, веточки ясеня, липы, вяза, заселенные древесницей въедливой; раскладывают пищевые отравленные приманки против медведок, чернотелок и шелкоунов. Используют также светоловушки, с помощью которых вылавливают вредных насекомых во время их лёта.

Защита от вредителей корневых систем в питомниках и культурах может иметь успех лишь при выполнении целого комплекса мероприятий.

На основании данных надзора решают вопрос об очередности закультивирования участков и о методах уничтожения корневых вредителей. При возможности выбора в первую очередь начинают лесокультурные работы на наименее заселенных местах с лучшими условиями произрастания. Одновременно намечают участки, для которых требуется предварительная химическая обработка почвы, и участки, отводимые под сельскохозяйственное пользование.

Устойчивость культур, поврежденных хрущами и другими корневыми вредителями, в большой мере зависит от условий произрастания. Для разных почв в зависимости от зоны установлен примерный уровень их заселенности вредителями, при котором необходимы специальные мероприятия для сохранения посевов и посадок. Эти данные отражены в ведомственных инструкциях. Обычно активные методы против личинок начинают применять, если на песчаных почвах обнаружено больше 1—3 личинок майского хруща на 1 м², 5—7 личинок июньского хруща, 10—12 личинок проволочников и ложнопроволочников. На хорошо увлажненных супесчаных и суглинистых почвах нормы заселенности почв, при которых необходимы истребительные мероприятия против вредителей, увеличены в 1,5—2 раза (Справочник по защите леса от вредителей и болезней, 1989).

Важные направления защиты культур от хруща — соблюдение очередности закультивирования лесосык с учетом лётных годов майского хруща и создание быстро смыкающихся культур, а также посадка на захрущевленных площадях сельскохозяйственных культур. Очень важно соблюдать правила агротехники, уничтожать сорняки, особенно пырей и вейник, содержать почву под паром, преимущественно в период массового окукливания личинок или во время откладки яиц жуками, известковать кислые почвы и вносить в легкие почвы сульфат аммония или аммиачную селитру. На бедных песчаных почвах в целях повышения резистентности корневых систем сосны и ускорения роста культур сеют люпин. За молодыми культурами сосны тщательно ухаживают в течение первых 3 лет и при необходимости их дополняют.

Охраняют и привлекают полезных животных и птиц, истребляющих личинок и жуков хрущей.

При создании лесных культур в местах с высокой численностью майского хруща необходимо применять сплошную глубокую обработку почвы с предварительной раскорчевкой и расчисткой площадей, подлежащих облесению, с последующим дискованием и выравниванием почвы перед механизированной посадкой.

Химические методы против вредителей корней дают большой эффект только на фоне строгого выполнения всех лесохозяйственных мероприятий; их проводят дифференцированно в зависимости от почвенных условий, численности насекомых и экономических возможностей.

Эффективна предпосевная обработка высеваемых семян и обработка корневых систем высаживаемых сеянцев контактными инсектицидами для их защиты от личинок корнегрызущих вредителей, а при необходимости сплошное или ленточное внесение в почву инсектицидов, обладающих фумигационными свойствами. Для уничтожения личинок и жуков чернотелок и шелконов, личинок подгрызающих совок и медведок рекомендуются отравленные приманки с использованием измельченных сорняков и корнеплодов или кукурузной муки. Их раскладывают весной в количестве 50—100 шт./га.

Для радикального снижения численности восточного майского хруща в его очагах, если они находятся в местах массового выращивания сосновых культур, в его летные годы путем авиационного опрыскивания обрабатывают биологическими и химическими инсектицидами кроны лиственных деревьев, где жуки проходят дополнительное питание. Сроки начала опрыскивания определяют по времени массового вылета жуков из почвы, показателями чего служит приближение равного полового соотношения жуков в кронах (1 : 1). Обычно это совпадает с началом распускания березы на севере и дуба летнего в лесостепи. Обработку необходимо закончить в сжатые сроки, не позднее 10 дней с момента вылета всех самок, так как затем начинается массовая их яйцекладка и истребительные мероприятия не достигают цели. Отдельно стоящие деревья, куртины и полосы должны быть одновременно обработаны с помощью наземной аппаратуры. Эффективность учитывают путем подсчета доли погибших жуков по отношению к общему числу жуков, питавшихся в кронах (суммируя число оставшихся в кронах живыми и число погибших жуков), затем определяют заселенность почв яйцами и личинками летнего поколения, сравнивая их с плотностью личинок и куколок хруща осенью предлетного года.

Защита сосновых культур 5—20 лет от подкорного соснового клопа проводится в его действующих или возникающих оча-

гах. В качестве профилактики возникновения очагов необходимо создавать густые, по возможности смешанные культуры с защитными опушками из лиственных пород или из нескольких сближенных густых рядов сосны. В местах образования прогалин культуры систематически дополняют.

Химическую защиту сосновых культур от клопа осуществляют путем осенней обработки мест его зимовки (подстилка в проекции крон деревьев) или методом опрыскивания системными инсектицидами крон деревьев в период, когда клоп находится на стволах.

Обработка мест зимовки клопа с помощью опыливания или опрыскивания подстилки контактными препаратами и фумигантами достаточно эффективна, но весьма трудоемка и осложняется необходимостью проведения ее в крайне сжатые сроки. Обрабатывают лесную подстилку у основания стволов сосен с помощью ранцевой или моторной аппаратуры, что зависит от полноты насаждения и проходимости машин. Имеется опыт успешного применения против клопа биологического препарата боверина, созданного на основе энтомофторовых грибов. Химическая обработка крон деревьев для уничтожения клопа проводится в летний период путем опрыскивания 4—5%-ми рабочими эмульсиями фосфорорганических системных инсектицидов с расходом 100 л/га. Обработку целесообразно приурочить к летним годам клопа, когда на деревьях преобладают молодые личинки, менее устойчивые к инсектицидам.

При *защите молодых растений в питомниках и культурах от большого соснового долгоносика* большое значение придается профилактическим мероприятиям. В хвойных лесах, где высока численность большого соснового долгоносика, следует избегать непосредственного примыкания лесосек, и по мере возможности раскорчевывать пни сразу после рубки. Для защиты культур и естественного возобновления сосны и ели на лесосеках одно- и двухлетней давности, а на севере — даже трехлетней давности пни хвойных пород обрабатывают контактными инсектицидами в начале отрождения молодых жуков долгоносика, примерно в начале июля, а на севере — в августе. На один пень расходуется в среднем 0,8 л рабочей жидкости. Свежие пни после выборочных рубок следует обрабатывать пестицидами перед летом долгоносика один раз, а пни на сплошных лесосеках нужно опрыскивать повторно спустя 1—1,5 месяца после первой обработки. После осенне-зимней и ранневесенней рубки пни обрабатывают пестицидами весной в конце апреля — начале мая, а пни после более поздних рубок — в мае — июне.

Против большого соснового долгоносика можно использовать также приманки (куски коры и толстые сучья) и колья из неок-

ренных тонких стволов и вершин, смоченные растворами инсектицидов, с последующим их уничтожением. Их раскладывают в междурядьях культур и по границам со свежими вырубками (по 60 — 80 шт./га).

Защиту сосновых культур от побеговьюнов проводят в исключительных случаях в крупных массивах сосновых культур, созданных на бедных песчаных почвах. Активные методы защиты целесообразны только в сочетании с лесохозяйственными, лесокультурными и селекционными приемами повышения устойчивости культур сосны к побеговьюнам. Основное направление повышения устойчивости — создание быстро смыкающихся типов культур и применение удобрений на бедных почвах. Следует использовать также селекцию высокоустойчивых и смолопродуктивных форм и видов сосны для получения высококачественного посадочного материала. При химической обработке лучшие результаты дают длительно действующие инсектициды, которые целесообразно применять в начале или незадолго до отрождения гусениц (обычно первая половина июля).

26.4. Система защиты леса от хвое- и листогрызущих вредителей

Профилактика появления и развития очагов. Она заключается в поддержании и повышении устойчивости насаждений, препятствующей возникновению очагов хвое- и листогрызущих насекомых, а также в использовании комплекса лесохозяйственных мероприятий и в привлечении естественных врагов насекомых — птиц и энтомофагов.

Одна из главных задач *лесохозяйственных мероприятий* — это создание смешанных, сложных по составу и структуре равномерно сомкнутых насаждений, которые наиболее гармонично и полно используют условия внешней среды, концентрируют наибольшее количество полезных организмов и поэтому отличаются высокой биологической устойчивостью. Этого достигают путем направленной системы рубок ухода за лесом и обоснованным выбором типа и состава лесных культур. При подборе древесных пород необходимо вводить в культуры и оставлять в насаждениях виды и формы древесных растений, наименее повреждаемые самыми распространенными в данном регионе хвое- и листогрызущими насекомыми. Так, питание непарного шелкопряда листьями липы и клена остролистного нарушает обмен веществ и снижает выживаемость популяций вредителя. Несовпадение сроков распускания почек дуба черешчатого поздней формы со сро-

ками выхода гусениц дубовой зеленой листовертки препятствует развитию ее вспышек.

На бедных песчаных почвах устойчивость сосновых культур повышают, высевая в междурядьях люпин. Он обогащает почву азотом, положительно влияет на физиологические процессы деревьев, усиливает смоловыделение и во время цветения привлекает энтомофагов.

Сохранение и введение в состав насаждений кустарников, затеняющих почву и препятствующих свободному полету бабочек и откладке ими яиц в комлевой части стволов деревьев, также повышает устойчивость насаждений. Кустарники создают условия для гнездования насекомоядных птиц, а их цветки привлекают и обеспечивают дополнительным питанием энтомофагов.

Лесопатологический мониторинг. В очагах хвое- и листогрызущих насекомых мониторинг включает специальный надзор, в том числе с применением феромонных ловушек, лесопатологическое обследование выявленных очагов, прогноз предстоящей угрозы объедания хвои и листвы, динамики развития очагов и принятие решения о целесообразности активных истребительных мероприятий.

Для *рекогносцировочного надзора* за наиболее распространенными и опасными видами вредителей в лесах подбирают не менее трех участков площадью 10 га и более, состоящих из 1 — 3 выделов однородных насаждений, благоприятных для развития очагов. По мере изменения экологической обстановки участки можно заменять новыми. Выбранные для рекогносцировочного надзора участки обследуют дважды в год в период, когда наблюдаются наиболее характерные признаки, указывающие на появление вредителей в насаждении (повреждение крон, паутинные гнезда в кроне, отложенные кладки яиц на стволах или лёта бабочек и др.).

Участки обследуют по маршрутным ходам общей длиной 1,5 — 2 км, прокладываемым с учетом дорог, просек и других хорошо заметных ориентиров. На тех участках, где обнаружена высокая численность вредителя, специалисты лесного хозяйства и защиты леса обследуют окружающие насаждения, определяют площадь очага и проводят контрольный учет численности. Данные рекогносцировочного надзора обобщают и с их учетом планируют и осуществляют детальный надзор.

Детальный надзор для главных видов хвое- и листогрызущих насекомых осуществляют силами специалистов лесозащиты с привлечением других лесных специалистов. Его проводят на участках, являющихся резервациями или первичными очагами вредителей, где ранее наблюдалось их массовое размножение или они

периодически обнаруживались. Наблюдения за отдельными видами ведут на трех и более участках насаждений размером не менее 10 — 15 га каждый. С течением времени эти участки по необходимости заменяют новыми.

В насаждениях, выбранных для детального надзора, два раза в год в сроки, установленные в соответствии с биологией вредителя, учитывают плотность и другие параметры популяции в период питания личинок в момент наиболее заметного повреждения крон, а после ухода насекомых на зимовку с помощью дополнительного лесопатологического обследования определяют площадь очагов и их расположение на местности. К основным *параметрам популяции* относят абсолютную и экологическую плотности вредителя, коэффициент размножения вида, соотношение полов, долю диапаузирующих особей, число яиц в кладках, смертность вредителей от различных факторов и др.

Плотность вредителей определяют *в кроне* (зеленая дубовая листовертка, златогузка и др.), *на стволах деревьев* (непарный шелкопряд, монашенка и др.) и *в подстилке* (сосновые совка, пяденица, коконопряд, пилильщики, ткачи-пилильщики и др.). На каждом из выбранных для надзора участков А. В. Голубевым (2004) рекомендован минимальный размер выборки — определенное количество учетных единиц: так, кладки яиц непарного шелкопряда на стволах учитывают на 20 деревьях; зимующие в кроне гнезда гусениц златогузки — на 12; яйца монашенки и вползающих по стволу бескрылых самок зимней пяденицы — на 4 деревьях; зимующих в почве или подстилке насекомых — на 8 площадках определенного размера (в зависимости от вида насекомого). По полученным данным вычисляют среднюю плотность популяции вредителя. Кроме того, с учетом биологии и зимующей фазы вредителя получают ряд дополнительных данных:

— для насекомых, зимующих в фазе яйца (дубовая зеленая листовертка, шелкопряд-монашенка, непарный шелкопряд, зимняя пяденица, кольчатый коконопряд и др.), осенью и весной определяют смертность яиц от различных факторов или просто суммарную смертность яиц;

— для зимней пяденицы осенью определяют потенциальную плодовитость самок прямым путем (подсчетом яиц в брюшке самки) или косвенным (по их размерам и массе);

— для насекомых, зимующих в фазе гусеницы (сосновый коконопряд, златогузка, ивовая волнянка), осенью учитывают плотность гусениц перед зимовкой, а весной повторно учитывают благополучно перезимовавших живых гусениц;

— для видов, зимующих в фазе куколки или эонимфы (сосновая совка, сосновая пяденица, обыкновенный сосновый пилильщик, звездчатый и красноголовый ткачи-пилильщики), осенью

устанавливают смертность особей от паразитов, хищников, пораженность болезнями, число диапаузирующих особей, соотношение полов и плодовитость по массе особей с помощью соответствующей таблицы.

В дальнейшем путем последовательных действий определяют *экологическую плотность вида*, число личинок первого возраста на 100 г хвои или листы. Экологическую плотность вида определяют делением величины плотности здоровых яиц, учтенных на дереве или на ветви, на массу листы на нем, оцененную по диаметру ветви или ствола. Для этого используют специальные таблицы, содержащие данные о пропорциональной зависимости между диаметром ветви или ствола дерева и массой хвои или листы, плодовитости вредителя, его смертности от энтомофагов и болезней и др. Таблицы помещены в Наставлении по надзору, учету и прогнозу хвое- и листогрызущих насекомых в европейской части РСФСР (1988) и в справочнике «Методы мониторинга вредителей и болезней леса», т. III (2004).

Очагами хвое- и листогрызущих насекомых считаются участки леса, где в текущем году наблюдалось или на следующий год ожидается заметное (более 15 %) объедание хвои или листы. При обследовании очагов устанавливают среднюю плотность популяции вредителя в районе обследования или в его отдельных частях, границы и площадь очагов. При обследовании очагов установлены следующие минимальные достаточные количества модельных или пробных деревьев на обособленный район: при учете плотности популяции вредителей в кроне дерева — 36, для дубовой зеленой листовертки и зимней пяденицы — по 26, для златогузки — 210, для непарного шелкопряда — 350. Число площадок при учете зимующих или окукливающихся в почве или подстилке насекомых — 70.

Для эффективного выявления очагов и надзора за динамикой численности хвое- и листогрызущих насекомых все шире применяются *феромонные ловушки*. В настоящее время разработаны и апробированы методы использования феромонных ловушек при надзоре за непарным шелкопрядом и шелкопрядом-монашенкой, дубовой зеленой листоверткой, сибирским и сосновым коконопрядами.

Ловушки имеют цилиндрическую форму или форму треугольной призмы с липкой, фиксирующей насекомых поверхностью, их изготавливают из бумаги с полиэтиленовым покрытием. Внутри ловушки помещают диспенсер с феромоном. Клей наносят на стенки ловушек или на специальные вкладыши, которые периодически заменяют. Поверхность крупногабаритных ловушек составляет 500 см², малогабаритных — 225 см². Размещают ловушки на стволах деревьев на высоте, удобной для осмотра и разве-

шивания (1,3 — 1,5 м от поверхности земли). Они находятся в насаждениях весь период лёта вредителей. Ловушки периодически осматривают, заменяют клеевые вкладыши, записывают количество отловленных особей. Периодичность осмотров зависит от уровня численности насекомых, а число ловушек на единице площади — от лесорастительных и погодных условий. Для разных видов насекомых и регионов улавливающая способность ловушек по нижнему пределу численности неодинакова. Обычно вывешивают не менее 5 — 10 ловушек с таким расчетом, чтобы на каждую приходилась площадь 50 — 100 га. По среднему количеству отловленных вредителей на ловушку (за весь период экспонирования) судят о степени заселенности насаждений и уровне численности вредителей.

Прогноз предстоящего повреждения в очагах хвое- и листогрызущих насекомых делают на основе данных о плотности популяции в насаждениях осенью предыдущего года или в другой период, предшествующий отрождению личинок или их активной деятельности после зимовки.

При краткосрочном прогнозе назначение лесозащитных мероприятий обосновывают показателем степени ожидаемой на следующий год потери насаждением хвои или листвы. Его вычисляют по таблицам, составленным А. И. Ильинским (1965). В них для каждого класса возраста насаждения приводится критическое число яиц, гусениц или куколок на единицу площади или на одно дерево, при котором ожидается 100%-е объедание насаждений. При составлении этих таблиц были использованы данные о кормовых нормах вредителей и массе хвои и листвы в насаждениях разного возраста.

Другой метод прогноза угрозы объедания предложен Ф. Н. Севевским (1970) и А. В. Голубевым (1984, 2004) и основан на использовании данных об экологической плотности вредителя — ожидаемом количестве личинок первого возраста на 100 г сырой массы корма (хвои или листвы). При этом методе прогноза используют реальную кормовую норму вредителей с учетом их смертности. Для практики лесозащиты составлена таблица, с помощью которой можно краткосрочно прогнозировать объедание насаждений для основных видов вредителей (табл. 3).

При прогнозе необходимо учитывать также метеорологические данные, в первую очередь резкие отклонения показателей температуры и осадков, влияющих на жизнеспособность и гибель вредителей на той или иной фазе развития.

По результатам надзора и детального обследования составляют картосхему очагов, где отмечают контуры насаждений с потенциально разной степенью повреждения: очень слабое (до 15 %), слабое (15 — 25 %), среднее (25 — 50 %), сильное (50 — 90 %), очень

Таблица 3

Экологическая плотность личинок первого возраста некоторых видов хвое- и листогрызущих вредителей, соответствующая различной степени объедания насаждений

Виды хвое- и листогрызущих насекомых	Степень объедания, %									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	Число личинок первого возраста на 100 г зеленой массы									
Сосновый коконопряд ¹	0,41	0,82	1,23	1,64	2,05	2,46	2,87	3,28	3,69	4,18
Монашенка ²	1,39	2,79	4,18	4,53	6,97	8,37	9,76	11,15	12,15	13,94
Сосновая совка	2,81	5,61	8,42	11,20	14,03	16,04	19,64	22,45	25,26	28,08
Сосновая пяденица	7,42	14,83	22,25	29,67	37,08	44,50	51,91	69,33	66,75	74,17
Обыкновенный сосновый пилильщик	16,89	33,78	50,67	67,56	84,40	101,3	118,2	135,1	152,0	168,9
Рыжий сосновый пилильщик	12,53	25,06	37,59	50,12	62,65	75,18	87,71	100,2	112,8	125,3
Красноголовый ткач-пилильщик	9,13	18,26	27,38	36,51	45,64	54,77	63,89	73,03	82,15	91,28
Звездчатый ткач-пилильщик	2,55	5,09	7,65	10,19	12,74	15,29	17,84	20,39	22,94	25,49
Непарный шелкопряд	1,97	3,94	5,91	7,87	9,84	11,81	13,78	15,75	17,72	19,69
Златогузка ²	4,39	8,78	13,18	17,57	21,96	26,36	30,74	35,14	39,53	43,92
Зеленая дубовая листовертка	22,80	45,70	68,60	91,40	114,3	137,2	160,0	182,9	205,8	228,6
Дубовая хохлатка	2,04	4,02	6,11	8,14	10,18	12,22	14,25	16,29	18,32	20,36
Пяденица-шелкопряд волосистая	7,34	14,68	22,02	13,34	22,93	27,51	32,10	36,69	41,27	45,80

¹ Принимается в расчет количество зимующих гусениц 2-го и 3-го возрастов.

² В ельниках значения экологической плотности увеличивают на 25 %.

сильное (более 90 %). Прогноз повреждения составляют на основе всех данных детального надзора.

Решение о целесообразности истребительных мероприятий против хвое- и листогрызущих насекомых принимают на эколого-экономической основе. Эколого-экономический критерий, разработанный А. В. Голубевым (1989, 2004), учитывает экологические последствия проведения операции (возможные потери прироста, усыхание насаждений, ущерб побочному пользованию и полезной фауне), социальные потери в результате истребительных мероприятий и их экономическую составляющую — стоимость борьбы и потери товарной древесины. При расчетах экономической эффективности лесозащитных мероприятий учитывают фактор времени, т. е. прогноз будущей эффективности эксплуатации оцениваемого насаждения. С помощью разработанной методики, зная породу, вид насекомого, кратность и степень повреждения кроны, можно количественно оценить степень потенциального усыхания насаждения и величину вероятных потерь прироста. В свою очередь, это позволяет определить ожидаемые потери в денежном выражении. Истребительные мероприятия необходимо назначать тогда, когда экономические потери в результате повреждения ассимиляционного аппарата насекомыми превышают затраты на их проведение.

Решение о целесообразности лесозащитных мероприятий может приниматься на основе прогноза усыхания насаждения без подсчета экономических потерь. Активная защита насаждения может быть назначена, если прогнозируемый отпад деревьев приведет к резкому снижению полноты насаждения и утрате целевых функций. Вероятная степень усыхания насаждения зависит от вида насекомого, степени и кратности повреждения ассимиляционного аппарата. Эта зависимость отражена в соответствующих таблицах, где учтены степень и кратность повреждения хвои и листы. Как характеристика степени воздействия насекомых-дефOLIаторов на насаждения используется понятие *«размер кумулятивного объедания крон»* — суммарный процент объедания хвои или листы за ряд смежных лет. Установлено, что гибель деревьев пропорциональна степени кумулятивного объедания насаждения, причем даже одногодичные перерывы не нарушают этой связи.

Система принятия решения о целесообразности истребительных мероприятий против хвое- и листогрызущих насекомых представляет собой многоступенчатую и трудоемкую процедуру. Для практического принятия решения можно использовать автоматизированную систему обработки данных на ПЭВМ в диалоговом режиме, которая в настоящее время активно разрабатывается.

Активные истребительные методы защиты леса от хвое- и листогрызущих насекомых в их очагах. Они включают как на-

земные, так и авиационные методы защиты, а на небольших площадях — физико-механические методы уничтожения насекомых. Например, в очагах непарного шелкопряда соскабливают кладки яиц специальными скребками или ножами, а также обмазывают их нефтепродуктами с добавлением инсектицидов. Против златогузки в полезащитных полосах и низких насаждениях применяют обрезку паутинных гнезд с помощью обычных или специально сконструированных секаторов.

На больших площадях насаждения защищают химическими и микробиологическими препаратами преимущественно методами опрыскивания — наземного и авиационного, мелкокапельного, малообъемного (МО) или ультрамалообъемного (УМО) — и аэрозольной обработки.

Специалистами Всероссийского научно-исследовательского института лесного хозяйства и механизации (ВНИИЛМ) и отделом авиационной службы России разработано Наставление по авиационному применению биологических и химических средств защиты леса от хвое- и листогрызущих насекомых. Наставление разработано на основе обобщения результатов исследований по совершенствованию технологий изменения средств защиты леса от вредителей на базе современной авиационной техники. Данный документ рассматривает такие важные для лесозащитной практики вопросы, как определение целесообразности авиационной борьбы, выбор средств борьбы в зависимости от конкретного вредителя, технологические процедуры при авиаобработке лесных насаждений и учет эффективности истребительных мероприятий.

Авиационная обработка проводится в крупных очагах хвое- и листогрызущих насекомых с площадью не менее 300 га. Авиационный метод в первую очередь применяют для защиты хвойных насаждений. Лиственные насаждения обрабатывают только в случае угрозы их усыхания, вследствие неоднократного объедания листы. Преимущества авиационной обработки очагов — высокая производительность и эффективность, сравнительно небольшие затраты труда и препаратов, возможность применения в малонаселенных неосвоенных лесных массивах. Недостатки этого метода — сильная зависимость от погодных условий и нерентабельность обработки небольших площадей.

При применении биологических препаратов используются методы наземного и авиационного мелкокапельного и ультрамалообъемного опрыскивания или методы аэрозольных технологий оптимальной дисперсности.

Институтом химической кинетики и горения СО РАН разработаны аэрозольные генераторы регулируемой дисперсности (ГРД) и специальные технологии для применения бактериальных, вирусных и грибных препаратов. Современная аэрозольная тех-

нология защиты растений значительно повышает эффективность обработок и снижает загрязнение окружающей среды. Согласно последним разработкам Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений (ВИЗР), рекомендуется использовать аэрозоли с электрочarged каплей. Под действием электрического поля, которое возникает между заряженными частицами биопрепарата (15—20 мкм) и растением, достигается равномерное распределение каплей аэрозолей на поверхности листьев и более глубокое проникновение заряженных каплей в кроны обрабатываемых насаждений. При такой обработке расход препарата снижается в два раза и более.

При всех выбранных методах обработки важно достичь полного покрытия крон деревьев рабочим составом препарата. Чтобы произошло заражение, инфекционный агент должен быть съеден насекомым-вредителем вместе с листвой или хвоей. К возбудителям болезней наиболее восприимчивы гусеницы и личинки младших возрастов (1-го и 2-го), поэтому сроки обработки должны быть точно соотнесены с фенологией целевого объекта борьбы. Следует иметь в виду, что ультрафиолетовые лучи солнца инактивируют споры бактерий и грибов и полиэдры вирусов, поэтому опрыскивание проводят в конце дня или рано утром, когда повышенная влажность воздуха способствует лучшему покрытию растений препаратом и пока солнечная радиация не ослабит инфекционного агента в течение нескольких часов. При применении биопрепаратов необходимо учитывать погодные условия, которые в значительной степени влияют на развитие инфекционных болезней насекомых. Температура и влажность окружающей среды могут стать серьезным лимитирующим фактором, низкая температура замедляет процесс питания гусениц, поэтому в их организм может попасть недостаточное количество патогена для развития болезни. Кроме того, при низких температурах размножение патогена в теле насекомого может не произойти.

Суспензии бактериальных препаратов готовят не ранее чем за 2 ч до обработки. Для этого, а также для заправки опрыскивателя используют передвижные или стационарные заправочные агрегаты. Для бактериальных препаратов применяют ту же аппаратуру, что и для инсектицидов химического происхождения. Это модифицированные серийные опрыскиватели самолета Ан-2 для обработки леса. Опрыскиватели загружают рабочими жидкостями с помощью мотопомп различных марок, загрузчиками АПР «Темп», агрегатом «Пемикс» и др. Используют передвижные и стационарные загрузочные устройства предприятий сельского хозяйства. Нормы расхода инсектицидов, биопрепаратов и рабочей жидкости устанавливают с учетом возраста насаждений и сомкнутости крон деревьев, вида и численности вредителей.

Среди биологических средств активной защиты насаждений наиболее употребительны бактериальные препараты, их применяют методом мелкокапельного авиационного или наземного опрыскивания насаждений. Норма расхода зависит от качества препарата, вида вредителя, состояния его популяции, состава и возраста древостоя, технологии обработки. В среднем расходуют 1,5—2 кг препарата на 1 га и рабочей жидкости 40—50 л/га. В хвойных насаждениях на 1 га расходуют: в молодняках 1,5 кг, в средневозрастных насаждениях — 2, в спелых и приспевающих — 2,5 кг препарата; в дубовых и других широколиственных насаждениях соответственно 2; 2,5; 3 кг/га. При использовании высококонцентрированных форм препаратов и применении инсектицидных добавок эти нормы снижают до 0,5—1,5 кг/га.

Бактериальные препараты наибольшую смертность гусениц вызывают при теплой погоде или при условии, что она наступит непосредственно или вскоре после опрыскивания и продлится несколько суток. При этом среднесуточная температура в ясные дни должна превышать 12 °С, в пасмурные 14 °С, а максимальная дневная температура достигать 20 °С и выше. При более холодной и дождливой погоде гибель гусениц задерживается. Эффективность бактериальных препаратов неодинакова на разных этапах развития вспышки массового размножения насекомых. Восприимчивость популяций резко возрастает в период кульминации вспышки перед началом кризиса.

После применения бактериальных препаратов заболевшие гусеницы, особенно старших возрастов, обычно плотно прикрепляются к субстрату, и поэтому мертвые особи остаются в кроне. Иногда они прекращают питаться, но долгое время остаются живыми в кроне дерева. Поэтому оперативный контроль результативности бактериальной обработки проводят не по упавшим на землю погибшим гусеницам, а по защитному эффекту. Для этого сравнивают количество (массу) экскрементов там, где велась борьба, и на контрольных участках, где ее не было. Экскременты подсчитывают в учетных рамках за 5 дней до начала опрыскивания и затем на 5-й, 7-й, иногда 10-й день после него. Биологическую эффективность рассчитывают, сопоставляя число живых и активных особей на единицу учета до и после обработки.

В Наставлении по авиационному применению биологических и химических средств защиты леса от хвое- и листогрызущих насекомых (2001) подробно изложены содержание проекта и регламент авиаобработок.

Проект авиаобработки содержит данные, обосновывающие необходимость и целесообразность ее применения; характеристику насаждений, подлежащих обработке, сведения об их площади; информацию

о фазе развития вспышки массового размножения вредителей и угрозе повреждения хвои или листы насаждений; обоснование выбора препаратов и нормы их расхода; способы сигнализации; сроки работ и требуемое количество самолетов (вертолетов). В проекте описывают участок, выбранный под аэродром; указывают способы учета эффективности обработки и мероприятия по технике безопасности. Все намеченные для обработки участки наносят на отдельный план, для каждого из них устанавливают число заходов самолета и намечают сигнальную сеть. По возможности участкам стремятся придать прямоугольную форму, что значительно упрощает работу авиации. Рабочие полеты намечают преимущественно вдоль длинной стороны участка с соблюдением требований действующих инструкций по производству полетов. Ответственная часть подготовительных работ — выбор посадочных площадок (рабочих аэродромов) и их оборудование. При аэродромах устраивают склады для хранения химикатов и горючего, организуют временный медпункт и душ.

Отдельные участки авиация обрабатывает в основном челночным способом. Участок следует обрабатывать как можно тщательнее, так как даже незначительные по площади пропущенные места (огрехи) становятся источником развития будущих очагов.

Авиационные работы выполняются на бреющем полете (10—40 м над пологом леса) и регламентируются специальными правилами, которые должен усвоить летный состав. Полеты начинают за 30 мин до восхода солнца. Утренние часы — самые благоприятные для работы. Полеты обычно прекращают в 8—9 ч, когда усиливается ветер и восходящие потоки воздуха мешают равномерному попаданию препарата на кроны деревьев. Затем работы могут продолжаться в вечерние часы. Опрыскивание проводят при скорости ветра не более 5 м/с. Дневной полет на самолетах разрешается не более 6 ч, а на вертолетах — не более 4 ч. Производительность самолета зависит главным образом от расстояния между посадочными площадками и обрабатываемыми участками, нормы расхода препарата и числа полетов. Поэтому посадочные площадки нужно размещать как можно ближе к месту работ и механизировать загрузку самолетов (вертолетов) препаратом, бензином и маслом.

Авиационные методы борьбы с хвое- и листогрызущими вредителями применяют против личинок (гусениц) младших возрастов, приурочивая начало работ к их отрождению из яиц. Сроки обработки устанавливают в соответствии с биологией вредителя и уточняют в связи с погодой. Если обработанные участки попадут в полосу дождя в ближайшие 3—6 ч после обработки, ее приходится повторить. Для повышения эффективности защиты насаждений установленные сроки обработки (3—5 дней) должны строго выдерживаться.

Соблюдение заданной нормы расхода препаратов на единицу обрабатываемой площади (1 га) — непременное условие высокой эффективности авиационных работ. Это достигается установкой специальной аппаратуры самолета (вертолета) на соответствующий этой норме секундный выпуск препаратов с расчетом обязательного опорожнения загрузочного бака на границе обрабатываемого участка. Рабочие жидкости, особенно суспензии и эмульсии, нужно готовить непосредственно це-

ред применением. Для этого на загрузочной площадке аэродрома должны быть соответствующие емкости (баки, чаны, цистерны и др.), мотопомпы с запасом горючего и вода, которую подвозят в автоцистернах. Использовать можно только инсектициды, рекомендованные списком пестицидов и агрохимикатов, разрешенных для применения в России. В этом списке отдельно указаны инсектициды, разрешенные для применения в лесах против определенных видов и комплексов хвое- и листогрызущих вредителей. Для каждого из них указаны нормы расхода по препарату и действующему веществу, объекты применения, способ обработки и ограничения. При использовании пестицидов необходимо строго соблюдать меры предосторожности, изложенные в ведомственных инструкциях.

Эффективность авиационной обработки учитывают различными методами. Из них самый точный, но трудоемкий, — метод учетных площадок. Площадки закладывают за несколько дней до начала обработки в наиболее характерных местах очага вредителя (3—4 площадки на 100 га площади). Площадка представляет собой очищенный от лесной подстилки, хорошо утрамбованный круг, в центре которого находится учитываемое дерево, а в молодых культурах — прямоугольник с несколькими деревьями внутри его. Размеры площадки должны несколько превышать площадь проекции кроны дерева. Сбор и подсчет упавших на площадку насекомых начинают на другой день после обработки и продолжают 5—6 дней. Затем срезают крону и подсчитывают число оставшихся в живых насекомых. Техническую эффективность мероприятий выражают в процентах погибших личинок от общего их числа (погибших и оставшихся в живых).

Об эффективности борьбы можно судить по массе экскрементов гусениц. Для этого за 3—4 дня до обработки насаждений под кронами учетных деревьев расставляют фанерные ящики размером 0,25 м². В углах оставляют просветы, через которые собранные за 2 дня экскременты высыпают на бумагу и затем взвешивают. После обработки насаждений эту операцию повторяют в течение того же времени, а затем вычисляют техническую эффективность мероприятий по соотношению массы экскрементов до и после проведенных мероприятий.

Интегрированный метод защиты леса от хвое- и листогрызущих вредителей подробно описан в гл. 25.

26.5. Система защиты леса и древесины от стволовых и технических вредителей

Система защиты насаждений от стволовых вредителей. Система защиты включает организацию специального, в том чис-

ле феромонного, надзора за появлением и развитием очагов вредителей леса, сохранение и привлечение их естественных врагов, выполнение правил санитарной безопасности, в том числе проведение санитарно-оздоровительных мероприятий (вырубка погибших и поврежденных лесных насаждений, очистка лесов от захламления, загрязнения и устранение иных негативных воздействий), установление санитарных требований к использованию лесов и других профилактических и активных истребительных мероприятий.

Подробные указания о методике *специального надзора* в очагах стволовых вредителей изложены в соответствующих «Методических рекомендациях по надзору, учету и прогнозу массовых размножений стволовых вредителей и санитарного состояния лесов» (2006), разработанных А. Д. Масловым.

Для надзора выбирают насаждения с нарушенной устойчивостью, где вначале проводят рекогносцировочный надзор и при необходимости лесопатологическое обследование, во время которых выбирают участки для детального надзора. На них периодически наблюдают за наиболее опасными видами стволовых вредителей, учитывая их численность в целях оценки ее динамики и угрозы для насаждений. Детальный надзор за стволовыми вредителями обязательно включает контроль состояния насаждений, где развиваются их очаги. На участках детального надзора устанавливают видовой состав стволовых вредителей, выявляют наиболее распространенные и значимые виды, выясняют преобладающие типы и причины усыхания и ослабления деревьев и соответствующие им экологические комплексы стволовых вредителей, соотношение видов вредителей уточняют сроки развития основных видов в целях последующего планирования сроков проведения санитарно-оздоровительных мероприятий, определяют численность и другие показатели состояния популяций основных видов стволовых вредителей. Используя эти данные, устанавливают тип очагов, динамику и тенденции их развития, прогнозируют предстоящее повреждение насаждений и планируют соответствующие мероприятия.

При *детальном обследовании очагов* стволовых вредителей закладывают пробные площади и анализируют модельные деревья. На пробных площадях подробно описывают участок, делают перечень деревьев по породам, ступеням толщины, категориям состояния и поврежденности болезнями и другими факторами и определяют заселенность их стволовыми вредителями. На основании перечета и обобщения данных получают характеристику состояния насаждения, определяют пораженность его болезнями и заселенность вредителями, получают сведения о числе и запасе заселенных, больных и сухостойных деревьев на единице площади (га) и на всем участке, а также их характеристику.

Для определения численности стволовых вредителей, типов усыхания и заселения деревьев на каждой пробной площади анализируют 2—3 заселенных насекомыми *модельных дерева* из категории усыхающих и усохших в текущем году. Детальный анализ модельных деревьев — главный метод, позволяющий установить видовой состав стволовых вредителей и их экологические комплексы, а также сопоставить эти данные с особенностями состояния деревьев, типами и сроками их ослабления. При отборе деревьев для анализа необходимо стремиться охватить все преобладающие типы ослабления и заселения деревьев. При анализе модельных деревьев окончательно уточняют сведения о видовом составе стволовых вредителей и их энтомофагов, распространении, фенологических особенностях, стадиях обитания вредителей.

Для анализа модельное дерево срубают, обрубая сучья и тщательно осматривают их. Затем измеряют протяженность ствола, кроны, районов толстой, переходной и тонкой коры. Далее вдоль ствола топором или ножом снимают полоску коры шириной в ладонь. На ней по обнаруженным ходам и насекомым определяют видовой состав вредителей и рулеткой измеряют протяженность районов их поселения. В пределах районов поселения основных видов для учета численности вредителей выбирают одну срединную круговую палетку протяженностью по стволу 20 или 50 см. Для большинства видов насекомых можно принять длину круговых палеток 0,3—0,5 м. При очень мелких и частых ходах длина круговой палетки может быть уменьшена до 0,2 м, при очень длинных и крупных — увеличена до 1 м. На схеме модели отмечают расположение палеток и протяженность районов поселения, замеряют длину окружности или диаметр дерева в середине района поселения. При высокой плотности поселения мелких видов вредителей (несколько десятков единиц учета на 1 дм²) их подсчитывают не по всей площади палетки, а на выбранных площадках, располагаемых спирально по всей палетке (2—3 учетные площадки). Крупные элементы учета (маточные ходы, брачные камеры, личинки усачей, выгрызенные ими площадки и уходы в древесину) удобнее подсчитывать на всей отмеренной палетке.

На палетке, заранее отмеченной зарубками или мелом, послойно снимают кору и луб и подсчитывают для короедов — *плотность* маточных ходов, брачных камер, молодого поколения (куколки и молодые жуки), для усачей, златок и прочих — плотность личинок под корой, их уходов в древесину, плотность куколок, молодых жуков, для тех и других определяют плотность вылётных отверстий.

Измерив площадь палеток, все перечисленные показатели переводят на 1 дм². На основе данных перечета и анализа модель-

ных деревьев составляют схему типов заселения деревьев в очаге, указывая виды вредителей и их размещение по стволу, определяют численность вредителей на деревьях и в насаждении.

По соотношению плотности молодого и старого поколений короедов определяют *энергию размножения* главнейших видов, по которой судят о динамике развития их очагов. Плотность старого поколения для короедов равна двойному числу маточных ходов (для моногамных видов) или сумме маточных ходов и брачных камер в расчете на 1 дм² палеток. Для прочих видов стволовых вредителей вычисляют только плотность молодого поколения. Для короедов плотность молодого поколения определяют по количеству молодых жуков либо суммарно — молодых жуков и вылетных отверстий (в том случае когда каждый жук выгрызает индивидуальное вылетное отверстие). Могут приниматься во внимание и куколки (с поправочным коэффициентом, учитывающим смертность куколок). Для усачей, златок, смолевков и других видовксилофагов подсчитывают среднюю плотность молодого поколения отдельно по фазам (личинки, куколки, молодые имаго) и суммарную. Принимают также во внимание число уходов личинок в древесину.

При недостатке времени детальный учет насекомых на палетках можно заменить балльной оценкой плотности поселения и продукции короедов и других видов стволовых вредителей. При этом применяют 4 градации оценки: 1) на стволе имеются единичные ходы вредителей («хуторские поселения»); 2) район поселения хорошо выражен, но поверхность ствола при полном развитии ходов использована не полностью, размеры ходов близки к средним значениям для вида или выше среднего; 3) поверхность ствола в районе поселения занята ходами полностью, размер ходов близок к средним размерам для вида или немного меньше среднего; 4) поверхность района поселения занята ходами полностью, ходы из-за их высокой плотности часто деформированы, размер ходов ниже средних размеров ходов для вида. Оценка плотности короедов в 1—2 балла указывает на незначительную роль стволовых насекомых в усыхании насаждений, при 3—4 баллах она свидетельствует об их высокой численности и значимой роли.

Обследование очагов стволовых вредителей, образующихся в тех или иных экологических условиях под влиянием разных факторов ослабления (ветер и снег, засуха, дефолиация и т. д.), имеет свою специфику. Так, при надзоре в очагах стволовых вредителей на горях обязательно учитывают время пожара, от которого зависит складывающийся фенологический комплекс стволовых вредителей, определяют высоту нагара на стволах и долю деревьев с прогаром корневых лап, с чем связана степень ослабленности деревьев. В насаждениях, пострадавших от ветра или снежных

лавин, определяют соотношение ветровальных и буреломных деревьев, обращают внимание на степень отрыва корней ветровальных деревьев от почвы: от этого часто зависит скорость заселения их стволовыми вредителями и др.

В Методических рекомендациях по надзору, учету и прогнозу массовых размножений стволовых вредителей и состояния лесов (2006) приведены показатели состояния насаждения и численности стволовых вредителей по фазам развития очагов. Они основаны на знании биологии вредителей и закономерностей развития очагов. А. Д. Масловым на основе собственных и литературных данных составлена серия справочных таблиц, где приводятся критерии оценки плотности поселения вредителей, плотности молодого поколения (или продукции вредителей), длины маточных ходов и некоторых других популяционных показателей основных видов (табл. 4).

Для надзора за короедами используют также *феромонные ловушки*, основанные на привлекательности для жуков обоих полов агрегационных феромонов. Феромонный мониторинг показал хорошие результаты на практике в очагах короеда-типографа, где в качестве привлекающего вещества использовался препарат «Вертенол». Для отлова короедов обычно применяют барьерные ловушки из плотного полиэтилена. Внизу устанавливают приемник для сбора жуков в виде воронки и стаканчика. Жуки летят на запах феромона, который источает диспенсер, ударяются о барьер и падают в приемник. Ловушки прикрепляют к колям на высоте 1—2 м от земли или на стволах деревьев некормовых пород не ближе 6 м от живых деревьев кормовой породы. Их размещают в лесах примерно за одну неделю до начала лета короедов. Приемники необходимо периодически очищать от собранных жуков и уничтожать их. При надзоре устанавливают одну ловушку на 30—50 га, а для уничтожения или снижения численности популяции короедов размещают 2—6 ловушек на 1 га.

В настоящее время опытную проверку прошли также аналоги феромонов большого елового лубоеда, сосновых лубоедов, древесинников, струйчатого заболонника и некоторых других.

Для короеда-типографа в методических рекомендациях приведены критерии уровня его численности, характеризующиеся уловливостью феромонных ловушек барьерного типа за 1 день и за 30 дней. По ним судят об угрозе возникновения очага и необходимости защитных мероприятий (табл. 5).

Надзор за стволовыми вредителями одновременно выполняет функции контроля за динамикой состояния ослабленных различными причинами насаждений. Он особенно необходим в очагах корневой губки, опенка, смоляного рака, сосудистого микоза дуба и голландской болез-

Критерии оценки некоторых популяционных показателей на примере некоторых видов стволовых вредителей — представителей разных систематических групп (А. Д. Маслов, 2006)

А. Критерии оценки плотности поселения стволовых вредителей

Виды вредителей	Показатели	Плотность поселения на 1 дм ²		
		низкая	средняя	высокая
Большой сосновый лубоед	Маточные ходы	0,7 и менее	0,8—1,5	1,6 и более
Короед-типограф	Маточные ходы	2,0 и менее	2,1—2,5	2,6 и более
	Брачные камеры	1,0 и менее	1,1—3,0	3,1 и более
Заболонник струйчатый	Маточные ходы	1,4 и менее	1,5—1,8	1,9 и более
Большой черный сосновый и малый черный еловый усачи	Насечки	1,5 и менее	1,6—3,0	3,1 и более
	Личинки под корой	0,5 и менее	0,6—1,0	1,1 и более
Синяя сосновая и лиственничная златки	Уходы в древесину	0,3 и менее	0,4—0,8	0,9 и более
	Личинки под корой	0,4 и менее	0,5—0,8	0,9 и более
Узкотелые златки	Личинки под корой	1 и менее	1,1—2,0	2,1 и более
Сосновая стволовая и еловая смолевки	Уходы в древесину (куколочные колыбельки)	1,7 и менее	1,8—3,0	3,1 и более

Б. Критерии оценки плотности молодого поколения, или продукции, стволовых вредителей

Виды вредителей	Плотность молодого поколения (продукция) на 1 дм ²		
	низкая	средняя	высокая
Большой сосновый лубоед	3 и менее	3,1—5,0	5,1 и более
Короед-типограф	10 и менее	10,1—15,0	15,1 и более
Заболонник струйчатый	6 и менее	6,1—8,0	8,1 и более
Большой черный сосновый и малый черный еловый усачи	0,2 и менее	0,3—0,7	0,8 и более
Синяя сосновая и лиственничная златки	0,2 и менее	0,3—0,5	0,6 и более
Узкотелые златки	0,7 и менее	0,8—1,5	1,6 и более
Сосновая стволовая и еловая смолевки	0,5 и менее	0,6—1,0	1,1 и более

В. Критерии оценки длины маточных ходов короедов

Виды вредителей	Длина маточных ходов, мм		
	короткая	средняя	длинная
Большой сосновый лубоед	64 и менее	65—100	101 и более
Короед-типограф	50 и менее	51—70	71 и более
Заболонник струйчатый	30 и менее	31—45	46 и более

Г. Критерии оценки некоторых показателей массового размножения стволовых вредителей

Показатель	Значения показателя по фазам развития очагов		
	I — начальная фаза	II — собственно вспышка	III — кризис
Встречаемость, %	20 и менее	21—60	61 и более
Район поселения или его площадь, % от типичного	20 и менее	21—60	61 и более
Энергия размножения	3—5 и более	1,5—3	Чаще 1
Выживаемость, %	20 и менее	21—60	61 и более
Пораженность паразитами и хищниками, болезнями и птицами, %	20 и менее	21—60	61 и более
Плотность поселения	Ниже средней для вида	Выше средней или максимальная	Близка к средней или максимальной
Продукция	Максимальная	Близка к средней	Минимальная или близка к средней
Длина маточного хода	Максимальная	Близка к средней	Минимальная или близка к средней

Таблица 5

Критерии уровня численности короеда-типографа при использовании феромонных ловушек барьерного типа (А. Д. Маслов, 2006)

Среднее количество жуков на одну ловушку		Угроза возникновения очага	Рекомендуемые мероприятия
за 1 день массового лёта	за 30 дней		
<100	<500	Отсутствует	Не требуются
100 — 200	500 — 3 000	Мала	Рекогносцировочный надзор
200 — 1 000	3 000 — 8 000	Средняя, вблизи отдельные заселенные деревья	Рекогносцировочный надзор, использование ловушек, выборочные санитарные рубки
1 000 — 2 000	8 000 — 20 000	Большая, вблизи действующие очаги	Рекогносцировочный и детальный надзор, санитарные рубки, выкладка ловчих деревьев с применением феромонов
2 000 и более	> 20 000	Очень большая, вблизи крупные действующие очаги	То же

ни, на горях, в загазованных насаждениях и др. В методических рекомендациях приведены ориентировочные сроки надзора за главнейшими стволовыми вредителями на разных лесообразующих породах применительно к вредителям весенней и летней фенологических подгрупп с учетом их биологии.

На основании данных надзора в сочетании с анализом метеорологических показателей и оценкой санитарного состояния насаждений составляют долгосрочный и краткосрочный *прогнозы развития очагов стволовых вредителей* и на их основе проектируют лесозащитные мероприятия по локализации очагов.

Угрозу предстоящего заселения насаждений стволовыми вредителями определяют по соотношению деревьев разных категорий (в основном заселенных и незаселенных, но сильно ослабленных) с учетом энергии размножения главных видов и вероятности заселения деревьев разных категорий состояния. Для этого пользуются данными о соотношении деревьев разных категорий состояния, факторах ослабления насаждений, причинах образования очагов стволовых вредителей и интен-

сивности их воздействия, принимают во внимание метеорологический прогноз, учитывают состав и возраст насаждений и условия их местопроизрастания, от которых зависит устойчивость насаждений к негативным факторам, и показатели, характеризующие уровень численности вредителей в лесу. В методических рекомендациях приводятся ориентировочные данные о свойственных каждому виду главнейших вредителей показателях: плотности родительского и продукции молодого поколения, энергии размножения, средней длине маточных ходов (для короедов), типичных районах поселения на деревьях, абсолютной численности (запасе) особей при нормальном состоянии насаждений и в очагах стволовых вредителей по фазам их развития (I — начальная, или фаза концентрации, II — собственно вспышка, III — кризис, или фаза рассеивания).

Так, для начальной фазы вспышки характерны изобилие кормовой базы; преобладание в насаждении ослабленных деревьев; число заселенных и недавно обработанных деревьев, в 2—3 раза превышающее естественный отпад; неполное использование типичного района поселения на дереве; высокая энергия размножения (3—5 и более); абсолютная плотность вредителей, в 2—3 раза превышающая нормальную (запас в резервациях); малая численность энтомофагов.

Для собственно вспышки все эти показатели меняются: кормовая база сокращается, число заселенных и недавно обработанных деревьев в 3—5 раз превышает размер естественного отпада, использование типичного района поселения на дереве приближается к полному, энергия размножения несколько снижается (1,5—3), а абсолютная плотность вредителей в 5 раз и более превышает нормальную, численность энтомофагов возрастает.

Для фазы кризиса характерно еще большее сокращение кормовой базы, уменьшение числа ослабленных, заселенных и недавно обработанных деревьев, полное использование типичного района поселения или его превышение; резкое снижение абсолютной плотности особей, которая возвращается к норме или лишь немного превышает ее; высокая численность энтомофагов.

Для прогноза заселения и усыхания насаждений в очагах стволовых вредителей можно использовать формулу, которая позволяет определить суммарную вероятность усыхания деревьев всех категорий состояния на ближайший год с учетом числа деревьев данной категории ($N_{1,2,3,4}$) и вероятность усыхания деревьев каждой категории ($V_{1,2,3,4}$) в конкретных условиях:

$$N_{t+1} = (N_1 \cdot \bar{V}_1 + N_2 \cdot \bar{V}_2 + N_3 \cdot \bar{V}_3 + N_4 \cdot \bar{V}_4) K_1,$$

где N_{t+1} — число деревьев, которые могут заселиться стволовыми насекомыми и усохнуть на следующий год; $\bar{V}_1, \bar{V}_2, \bar{V}_3, \bar{V}_4$ — коэффициенты вероятности заселения и усыхания деревьев разных категорий состояния; K_1 — коэффициенты, учитывающие влияние условий местопроизрастания, причины ослабления насаждения, численность вредителя и т.д.

Наблюдения показали, что средние коэффициенты усыхания деревьев колеблются в среднем: для деревьев 1-й — от 0 до 0,08; 2-й — от 0,01 до 0,2; 3-й — от 0,02 до 0,4; 4-й — от 0 до 0,9.

В будущем возможен более точный расчет обобщенных коэффициентов вероятности усыхания деревьев разных категорий состояния для отдельных древесных пород, который может быть проведен лишь при долговременных наблюдениях. Очень важно определить также дополнительные коэффициенты, характеризующие специфику негативного воздействия факторов среды и влияния условий произрастания насаждений на состояние насаждений. Это послужит основанием для построения более сложных, но и более точных прогностических моделей динамики состояния насаждений с нарушенной устойчивостью.

К числу важных профилактических мероприятий в лесах, направленных на снижение уровня численности и предотвращение появления очагов стволовых насекомых, относятся *сохранение естественных врагов стволовых вредителей (птиц и энтомофагов) и содействие им.*

В насаждениях зачастую складывается неблагоприятная обстановка для птиц-дуплогнездящих. В молодняках отсутствуют подходящие для гнездования этих птиц микроместообитания, во взрослых насаждениях при санитарных рубках и уборке захламленности часто полностью вырубается дуплистые деревья и бурелом. В лесу, где лесная среда не нарушена или мало нарушена, благодаря наличию дуплистых деревьев, валежа и бурелома сохраняются условия для жизнедеятельности многих полезных животных. Привлечь полезных насекомоядных птиц можно с помощью искусственных гнездовий (см. подразд. 18.11). На практике требуется соблюдение очень многих условий: выбор правильной формы и глубины гнездовья, форма летка, его направление по отношению к сторонам света; высота укрепления гнездовья над землей; его освещенность снаружи и изнутри; цвет гнездовья; условия для его вентиляции; способ укрепления; плотность размещения гнездовий в насаждениях, зависящая от размеров гнездовой территории отдельных видов; возможность защиты от врагов.

Для профилактики возникновения очагов стволовых вредителей важное значение имеет соблюдение *Правил санитарной безопасности в лесах.* Это нормативный документ, обязательный для выполнения всеми предприятиями лесной отрасли и лицами, работающими в лесу и ответственными за аренду лесного фонда. Он направлен на предупреждение массового размножения стволовых вредителей и болезней леса путем систематического осуществления санитарно-оздоровительных мероприятий и выполнения установленных правил при рубках леса и других видах пользования лесом.

Соблюдение правил обязательно при любых видах рубок. Во всех случаях при рубках ухода и выборочных санитарных рубках рекомендуется ликвидировать в первую очередь больные, поврежденные, угнетенные, усыхающие и сухостойные деревья, а в сплош-

ную санитарную рубку назначать насаждения, утратившие устойчивость вследствие пожаров, ветровала и бурелома, повреждения вредителями и болезнями и другими негативными факторами.

Санитарно-оздоровительные мероприятия в очагах стволовых вредителей — это выборочные и сплошные санитарные рубки, уборка захламленности, выкладка ловчих и выборка заселенных вредителями деревьев и другие необходимые меры защиты растущего леса и находящегося в лесу заготовленных лесоматериалов. Необходимость санитарно-оздоровительных мероприятий определяется на основе оценки санитарного состояния лесов с учетом группы и возраста насаждений, их транспортной доступности, а также экологической и экономической целесообразности.

Выборочные санитарные рубки назначаются в насаждениях с нарушенной устойчивостью, они включают выборку из древостоя усыхающих и сухостойных, ветровальных, буреломных, заселенных стволовыми вредителями и пораженных инфекционными болезнями деревьев. После выборочных санитарных рубок полнота насаждений должна соответствовать целевому назначению лесов. Нужно стремиться, чтобы после выборочной санитарной рубки полнота хвойных насаждений не стала ниже 0,6. В насаждениях, для которых в конкретных условиях характерны низкие полноты, в лесах, выполняющих преимущественно санитарно-гигиенические и оздоровительные функции, снижение полноты не лимитируется. Конкретные значения нижнего порога полноты устанавливаются региональными санитарными правилами с учетом природных особенностей региона, породного состава насаждений, целевого назначения лесов.

При отборе деревьев в выборочную санитарную рубку состояние деревьев оценивают с учетом комплекса признаков их повреждения болезнями, огнем, вредителями и другими неблагоприятными факторами. При выборочных санитарных рубках одновременно с удалением фауных и сухостойных деревьев в насаждениях оставляют деревья с дуплами, редкими декоративными свойствами кроны и ствола, даже если они имеют признаки патологии, но при этом не представляют опасности как источник распространения стволовых вредителей или опасных инфекционных болезней.

Сплошные санитарные рубки назначаются в насаждениях, погибших или потерявших биологическую устойчивость в результате массового повреждения деревьев вредителями, болезнями, пожарами и другими неблагоприятными факторами. Санитарная рубка считается сплошной, если вырубается древостой на площади 0,1 га и более. Под сплошные санитарные рубки чаще всего отводят участки, где стволовыми вредителями заселено и (или) усыхает более 40 % деревьев.

При планировании объемов санитарно-оздоровительных мероприятий указывают площадь по видам мероприятий и количество вырубаемой древесины с 1 га и со всей площади. Долю ликвидной, в том числе деловой, древесины устанавливают на основании материальной оценки лесосек. По кварталам года распределяют объемы санитарно-оздоровительных мероприятий с учетом степени и времени повреждения насаждений, биологии древесной породы и биологии стволовых вредителей и возбудителей инфекционных болезней.

В районах, где в результате стихийных бедствий сильно повреждены леса, планы всех видов рубок леса корректируют в целях первоочередной рубки утративших устойчивость и поврежденных древостоев. Санитарно-оздоровительные мероприятия в лесах в зоне радиационного загрязнения осуществляют руководствуясь специальными инструкциями.

При всех видах санитарных рубок должны быть обеспечены очистка лесосек от порубочных остатков и своевременный вывоз древесины из леса либо ее немедленная защита согласно Руководству по защите заготовленной древесины и лесоматериалов от заселения вредителями и поражения болезнями. В очагах стволовых вредителей порубочные остатки подлежат обязательному сжиганию с соблюдением требований правил пожарной безопасности в лесах.

Уборку захламленности проводят, как правило, одновременно с другими лесохозяйственными мероприятиями (рубки ухода, выборочные и сплошные санитарные и прочие рубки). Как самостоятельное мероприятие ее планируют и осуществляют в местах группового вывала леса, при образовании ветровала, бурелома, снеговала и снеголома. В первую очередь разрабатывают участки свежего валежа, где есть опасность возникновения очагов стволовых вредителей. Сроки ее проведения назначают с учетом требований правил пожарной безопасности. Сроки ликвидации захламленности, особенно в случае ее массового характера, увязывают со сроками ее образования, с биологией основных видов стволовых вредителей, заселяющих пострадавшие от стихийного бедствия насаждения.

В случае необходимости в качестве *активных истребительных мероприятий* против стволовых вредителей в насаждениях с нарушенной устойчивостью осуществляют выборку заселенных стволовыми насекомыми деревьев и выкладку ловчих деревьев с последующей их окоркой или обработкой.

Выборка заселенных стволовыми вредителями деревьев осуществляется в целях предотвращения возникновения очагов стволовых вредителей. Деревья, заселенные стволовыми вредителями, распознают по состоянию кроны, изреженной листве и хвое, их

пожелтению, поврежденным корням, темному камбию, россыпи буровой муки у основания и в трещинах коры стволов, смоляным воронкам и входным отверстиям насекомых, насечкам, сделанным усачами для откладки яиц на коре стволов, обильным потекам смолы или сокотечению на стволах и другим признакам. Как правило, стволовыми вредителями заселяются сильно ослабленные, усыхающие и усохшие в текущем году или летом и осенью прошлого года деревья. Для доказательства заселения можно вскрыть кору и убедиться в том, что под корой есть ходы стволовых вредителей или их личинки и др.

Заселенность деревьев с вершинным типом ослабления распознают по матовой окраске кроны, хвое, скопившейся под деревом или осыпающейся при ударе обухом топора по стволу. Деревья, заселенные древесницей въедливой, древоточцем пахучим и стеклянницами, можно заметить по круглым вылетным отверстиям, из которых торчат шкурки куколок, по высыпавшимся из отверстий экскрементам и опилкообразной буровой муке на стволах или у основания стволов.

Сроки выборки заселенных стволовыми вредителями деревьев зависят от времени и характера ослабления деревьев, видового состава насекомых, их численности, условий погоды, задерживающих или ускоряющих развитие потомства стволовых вредителей. Заселенные стволовыми вредителями деревья нужно рубить в то время, когда под корой находятся личинки. Растягивать время выборки нельзя, так как появившиеся молодые жуки могут при валке и ошкуривании деревьев остаться на земле и расползтись. Срубленные деревья немедленно окоряют или обрабатывают инсектицидами.

В сосновых насаждениях деревья, ослабленные в осенне-зимний период, в первую очередь заселяются большим и малым сосновыми лубоедами, а позднее усачами. Потомство сосновых лубоедов вылетает в июле, поэтому выборка деревьев обязательна до начала окукливания личинок малого лубоеда, т. е. в первой половине июня. Деревья, ослабленные в весенне-летний период, что чаще наблюдается в лесостепной и степной зонах, в первую очередь заселяются синей сосновой златкой. Молодое поколение златки и ее спутников — слоников-смолевок и черного соснового усача — вылетает в июне — июле следующего года. Такие деревья могут быть вырублены осенью, а при неполном заселении, когда часть ствола совершенно свободна от вредителей, могут быть оставлены до весны и вырублены после заселения их лубоедами в июне следующего года.

В еловых насаждениях двойная генерация типографа часто растянута, что затрудняет установление последовательности ослабления и заселения деревьев стволовыми вредителями. Заселен-

ные типографом деревья вырубают в июне, а при двойной генерации короедов — дополнительно в августе — сентябре; тогда же выбирают деревья, заселенные гравером, пушистым лубоедом, усачами и еловой смолевкой.

В дубовых насаждениях ослабленные деревья первыми заселяют узкотелые златки и дубовый заболонник, затем усачи. Потомство вылетает на следующий год, поэтому вырубать заселенные стволовыми вредителями деревья нужно в осенне-зимний период.

В ильмовых насаждениях ослабленные деревья заселяются ильмовыми заболонниками. Многие из них в степной и лесостепной зонах, в жаркое лето — в лесной зоне имеют двойную генерацию. Поэтому заселенные заболонниками деревья ильмовых пород нужно вырубать в 2 срока: в начале июня и осенью, а севернее — в осенне-зимний период.

Выкладка ловчих деревьев целесообразна только в насаждениях с удовлетворительным санитарным состоянием, но при повышенной численности стволовых вредителей. Ловчие деревья должны быть вовремя выложены, а после заселения — окорены и раскряжеваны, в противном случае они превратятся в рассадник стволовых вредителей. При высокой численности вредителей количество ловчих деревьев должно быть не больше общего числа заселенных деревьев, при средней — не более его половины, при слабой — не более четверти. Существует несколько способов выкладки ловчих деревьев: оставление их на корню, искусственное ослабление или валка и раскладывание неокоренных деревьев, хлыстов или сортиментов.

Ловчие деревья лучше выкладывать группами, а не вразброс по всему насаждению. Срубленные ловчие деревья укладывают на подкладки толщиной 15—20 см в затененном или освещенном месте в зависимости от биологических особенностей короедов. Начинать их выкладку нужно за месяц до начала лёта короедов: в конце февраля — в марте против первого поколения и в июне — июле — против второго. Для увеличения привлекательности ловчих деревьев на них размещают диспенсеры, пропитанные аттрактантами. Окорку ловчих деревьев проводят после отрождения основной массы личинок, но целесообразнее заменить ее химической обработкой перед вылетом жуков. Для увеличения емкости и эффективности применения ловчих деревьев их перед летом стволовыми вредителями обрабатывают инсектицидами, что вызывает гибель жуков при попытке заселить такие деревья; при этом свежий луб продолжает привлекать других жуков, и деревья выполняют роль отвратленных приманок.

Химические методы применяют против стволовых вредителей для защиты лесопroduкции в лесу и на складах, когда невозможен ее своевременный вывоз, а также вместо окорки заселенных

срубленных и ловчих деревьев. Инсектицид затекает в трещины коры, во входные отверстия насекомых и, просачиваясь под кору, уничтожает личинок, куколок и молодых жуков. Сохранившиеся живыми жуки при вылете вступают в контакт с препаратом и тоже погибают.

Для защиты стволов ослабленных деревьев перед началом и во время лёта главнейших видов короедов, усачей и златок такие деревья химически обрабатывают. Для этого очень важно знать время лёта главнейших видов вредителей, районы их поселения на стволе и сроки их развития. Если заселяется только комлевая часть ствола, можно ограничиться обработкой только этой части. Метод химической защиты деревьев от заселения стволовыми вредителями часто используется при озеленении территорий крупномерным посадочным материалом хвойных пород.

Для снижения уровня численности опасных стволовых вредителей, жуки которых проходят дополнительное питание в кронах деревьев (ильмовые заболонники, сосновые лубоеды, черные хвойные усачи), против этих питающихся жуков в опытном порядке химически обрабатываются кроны.

Защита древесины от заселения стволовыми вредителями. Для этого необходимо правильно организовать хранение лесоматериалов, создав условия, неблагоприятные для активной жизнедеятельности насекомых.

Установлено зонирование лесов по срокам запрета хранения в лесу неокоренной и незащищенной древесины во избежание ее заселения стволовыми вредителями:

- в лесотундре и северной тайге — с 1 июня по 1 августа;
- в средней и южной тайге — с 15 мая по 15 августа;
- в хвойно-широколиственных лесах европейской части в России и Дальнего Востока — с 1 мая по 1 сентября;
- в лесах лесостепной и степной зоны — с 15 апреля по 15 сентября;
- в горных лесах Кавказа и в лесах полупустынь и пустынь — с 1 апреля по 1 октября.

Заготовленная древесина, заселенная стволовыми вредителями, до их вылета должна быть обработана инсектицидами или окорена (кора должна быть уничтожена). При заселении заготовленной древесины стволовыми вредителями, в отношении которых меры защиты малоэффективны или невозможны, необходим срочный вывоз этой древесины из леса или ее переработка. Химическая обработка древесины, предназначенной для сплава, запрещается.

Большую роль играет выбор наиболее подходящего *способа хранения древесины*. Существуют два основных способа хранения лесоматериалов: сухой и влажный. Несмотря на существенные технологические различия (характер предварительной под-

готовки лесоматериалов, особенности их укладки, размещение штабелей и т. п.), эти способы имеют общую экологическую основу и единую цель — обеспечение такого режима влажности, температуры, затенения и воздухообмена, при котором насекомые-ксилофаги не способны проникать в древесину и развиваться в ней. Однако в первом случае этой цели достигают интенсивным просушиванием лесоматериалов, а во втором — их максимальным увлажнением, охлаждением и затенением. Выбор того или иного способа хранения древесины в каждом конкретном случае зависит от породного и сортиментного состава лесоматериалов, их целевого назначения, продолжительности хранения, климатических и погодных условий, времени года, технической оснащенности лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий и других факторов.

Необходимое условие правильного хранения лесоматериалов — рациональное размещение склада, его хорошее санитарное состояние. Склады, предназначенные для сухого хранения древесины, рекомендуется размещать на сухих открытых, хорошо продуваемых ветрами местах, а склады для влажного хранения — в понижениях, защищенных от ветра, но в любом случае не ближе чем в 100 м от стены леса. Территорию склада следует регулярно очищать от щепы, коры, опилок и других древесных остатков.

Сухой способ хранения древесины основан на неспособности насекомых-ксилофагов развиваться в древесине с влажностью ниже 20—25%. Поэтому главные задачи сухого хранения — снижение влажности лесоматериалов до указанного уровня путем ускоренной сушки и последующее содержание хранящейся древесины в хорошо просушенном состоянии. Сухой способ применяется для хранения пиломатериалов и широко используется (наряду с влажным способом) для хранения круглых лесоматериалов хвойных пород.

Для круглых лесоматериалов хвойных и лиственных пород, в дальнейшем используемых без продольной распиловки, необходим сухой способ хранения. Перед укладкой круглые лесоматериалы окоряют, благодаря чему они быстрее просыхают и не заселяются насекомыми-ксилофагами.

Для круглых окоренных лесоматериалов также в основном применяют атмосферную сушку. С этой целью их после окорки укладывают в рыхлые сушильные штабеля, которые размещают на прочных бетонных или деревянных обработанных антисептиками подставках-фундаментах высотой не менее 0,5 м. Высота штабелей обычно не превышает 2—3 м, длина — 50 м. Между штабелями оставляют проходы шириной 1—1,5 м (при хранении древесины хвойных пород) и 0,6—0,7 м (для лиственных). Над штабелями для защиты их от дождя и снега необходимо устраивать

крыши из горбыля, щитов, низкосортных досок или бревен. Сроки атмосферной сушки круглых лесоматериалов зависят от вида древесной породы, толщины и длины сортиментов, способа окоривания, времени заготовки и укладки на сушку, типа штабелей, климатических и погодных условий (температура и относительная влажность воздуха, сила ветра и т. д.).

Влажный способ хранения древесины применяют в основном при хранении круглых лесоматериалов лиственных и хвойных пород, предназначенных для дальнейшей переработки, например пиловочные и фанерные кряжи. Главная задача влажного хранения — постоянное поддержание в древесине высокой влажности (на уровне, свойственном живому дереву, или еще более высокому). Это достигается таким режимом хранения, при котором исключается или затрудняется просыхание лесоматериалов, обеспечивается их охлаждение и затенение. В зависимости от вида лесопроизводства, древесной породы, размера лесоматериалов и их назначения, предполагаемого срока хранения и технической оснащенности лесного склада выбирают наиболее подходящий вариант влажного хранения древесины. Чтобы лучше сохранить влагу в свежезаготовленных или сплавных лесоматериалах, их хранят неокоренными в плотных штабелях различной конструкции. Штабеля должны быть длинными (не менее 25 м), высотой не менее 2 м для лиственных и 3 м для хвойных пород. Расстояние между штабелями минимальное. Важное значение имеет время закладки штабелей. Наиболее предпочтительна осенняя штабелевка.

К самым эффективным методам влажного хранения неокоренных круглых лесоматериалов относится их искусственное увлажнение, или дождевание, которое заключается в регулярном поливе штабелей древесины водой. Его применяют на лесоскладах, оснащенных специальными дождевальными установками. Для хранения небольших партий древесины можно применять замораживание: при укладке в штабеля лесоматериалы пересыпают снегом, затем штабель обильно поливают водой, а когда он покроется слоем льда, засыпают опилками или покрывают хвойным лапником. Круглые неокоренные лесоматериалы хранят также погруженными в воду в специальных бассейнах, что надежно предохраняет их от грибов и насекомых, а в дальнейшем облегчает их обработку.

Защита сооружений и изделий из древесины. Особенно часто приходится предохранять древесину от *точильщиков*, которые повреждают ее в сооружениях и постройках, вредят мебели и музейным экспонатам. Поражение древесины в постройках чаще всего носит очаговый характер, так как жуки из поколения в поколение откладывают яйца в одно и то же место, что может вызвать разрушение деревянных изделий и обрушение конструкций.

Как уже говорилось, большой вред древесине в деревянных сооружениях приносят *усачи*. Следует разделять виды усачей, проникающие в дома и постройки вместе с древесиной, поступающей из леса, и поселяющиеся в старой древесине или деревянных постройках. К первым относятся, например, усачи рода *Monochamus*, фиолетовый усач (*Callidium violaceum*), чье развитие начинается на неокоренных бревнах и на сухостое и заканчивается в древесине, и др. Они, хотя и частично разрушают древесину, но после вылета уже не представляют собой опасности для строений. Другое дело домовые усачи *черный* (*Hylotrupes bajulus*) и *рыжий* (*Stromatium fulvum*) — известные вредители деревянных сооружений. Они разрушают сухостой и пни хвойных пород, деревянные дома и постройки, простоявшие 15—20 лет, столбы, даже мебель. В новых домах эти усачи поселяются реже и преимущественно в том случае, если дома целиком или частично построены из старой древесины, уже пролежавшей несколько лет или полученной из сухостойных сосен. Они развиваются только в древесине хвойных пород, преимущественно сосны. Древесину лиственных пород усачи не повреждают. Имея многолетнюю генерацию, они разрушают своими ходами древесину до полной непригодности. Вылетая из одного сооружения, они могут заселять соседние дома и постройки.

Очень важно вовремя обнаружить технических вредителей в деревянных домах и постройках. Точильщиков можно определить по круглым вылетным отверстиям и обильно высыпавшейся из отверстий мелкой буровой муке, иногда по характерному звуку, издаваемому ими, напоминающему тиканье часов, и по присутствию скапливающихся весной на окнах жуков.

Усачей в древесине обнаруживают по округлым вылетным отверстиям и ходам под корой и в древесине, а также по высыпавшейся буровой муке и опилкам. Виды усачей, заселившие древесину еще в лесу, вылетают из нее год спустя или даже на второй, иногда третий год после использования свежезаготовленной древесины в постройках (например, усачи рода *Monochamus*). Фиолетовый усач часто развивается под полосками коры на частично окоренных бревнах потолочных или половых балок, на использованном в постройках или деревянных заборах горбыле.

Для предохранения древесины от повреждения насекомыми-ксилофагами при постройке зданий следует использовать только хорошо просушенную древесину. В закрытых деревянных частях построек древесина должна содержать не более 20 % влаги.

Здания следует хорошо проветривать, чтобы в них не застаивался воздух и не развивалась сырость; периодически осматривают в первую очередь деревянные части конструкций, не имеющие доступа света и непрветриваемые.

Если для строительства получен круглый лесоматериал, пораженный личинками усачей, рогахостов и других лесных вредителей, его необходимо отдать в распиловку. После просушивания из него могут быть изготовлены менее ответственные элементы конструкций с устойчивым сухим режимом (перегородки, стропила, обрешетка, полки, стеллажи и т. п.), он годен для вспомогательных работ и хозяйственных построек. Лесоматериалы, зараженные короедами и имеющие только поверхностную червоточину, могут использоваться как в круглом виде, так и для распиловки.

Сухостой, заселенный насекомыми-ксилофагами, часто одновременно поражается деревоокрашивающими грибами и приобретает грязно-серый цвет. Такую древесину не следует применять для строительства жилых домов, в крайнем случае ее можно использовать для холодных построек.

После выявления очагов поражения и их тщательного осмотра решают вопрос о ремонте здания. Его лучше всего провести одновременно с противогнильным ремонтом, которому периодически подвергают почти все деревянные дома, в сухое время года, желательнее весной, до вылета точильщиков. Если помещения заражены домовым усачом, ремонт можно сделать позднее, в июне — июле.

Ремонт здания и особенности мер борьбы с насекомыми зависят от характера и размера повреждения, а также от того, какие части здания и конструкций повреждены. Если поражение находится в начальной стадии, есть только отдельные летные отверстия, древесина почти не разрушена, гнездовые поражения и загнивание отсутствуют, то ограничиваются спринцеванием пораженных частей. Для этого в каждое летное отверстие шприцем или масленкой впрыскивают жидкий препарат, ядовитый для жуков. Если отверстий слишком много и эта операция затруднена, поверхность с летными отверстиями обильно промазывают тем же составом кистью. Процедуру повторяют 2—3 раза с перерывом в 2—3 дня. При этом захватывают незараженные края древесины, отступив от места заражения на 0,5—0,7 м. Можно комбинировать спринцевание с промазкой. После промазки все летные отверстия должны быть закрыты замазкой или пастой. Если в местах обработки появляются новые летные отверстия, операцию повторяют.

В случае более сильных гнездовых поражений, а также при любой степени повреждения легко сменяемых элементов зданий и самых ответственных из них (лаги, полы, обвязки перегородок и т. п.) заселенные насекомыми-разрушителями части выпиливают и уничтожают, заменяя новыми. Любые лесоматериалы, пораженные домовыми усачами, точильщиками или другими жука-

ми, развивающимися в домах, не следует употреблять для строительства; их нужно сжигать.

Новые части деревянных конструкций, места стыков, а также наиболее ответственные элементы конструкций, подверженные постоянному увлажнению и чаще всего поражаемые насекомыми, необходимо антисептировать. Древесину пропитывают антисептиками с помощью кисти или опрыскиванием из гидропульта. Так как древесина пропитывается неглубоко (на 2—3 мм), то обработку повторяют несколько раз.

Антисептирование осуществляют несколькими способами. При поверхностном антисептировании водный раствор наносят кистью или гидропультом. Препарат проникает глубже в древесину в горяче-холодных ваннах и в результате диффузной пропитки. При антисептировании древесины необходимо строго соблюдать правила техники безопасности.

Наиболее ответственные части деревянных конструкций антисептируют методом глубокой пропитки пастами или суперобмазками, защищающими древесину на многие годы. Для этого на ее поверхность наносят тонкий слой полужидкой массы пасты, состоящей из смеси порошка антисептика, клеящего вещества и воды.

За рубежом широкое распространение в борьбе с точильщиками и другими разрушителями древесины получили различные патентованные препараты (таналит, флюоксид, ксиламон и др.), хорошо проникающие в древесину и не выщелачивающиеся из нее, а также бромистый метил и полихлорфенолы. Бромистый метил как истребительное средство широко используют в борьбе с черным домовым усачом. Против этого вредителя за последнее время испытано много различных препаратов. В качестве примера можно еще указать на вещество, в составе которых преобладает гексилтиофен. Они легко проникают в древесину хвойных пород, обладают сильным контактным действием и почти мгновенно уничтожают насекомых в их ходах. В то же время эти вещества малотоксичны.

Пораженную жуками мебель необходимо дезинфицировать. При переезде на новые места проживания заселенная точильщиками мебель должна быть заменена новой или тщательно обработана.

В качестве профилактического средства против заселения мебели точильщиками все неокрашенные части мебели (а также прикасающиеся к полу части ножек шкафов, столов и др.) осматривают 2 раза в год и тщательно протирают 3%-м раствором фтористого натрия или смесью следующего состава (в весовых частях): 100 скипидара, 5 воска, 5 парафина и 3 карболовой кислоты.

При слабом поражении и небольшом количестве летных отверстий применяют тот же способ уничтожения вредителей, что и в зданиях. Раствор пестицида вводят шприцем в летные отверстия,

а затем их замазывают любой антисептической пастой или стекольной замазкой с добавлением 5%-го скипидара и 5%-го керосина. Специальная замазка может быть изготовлена по следующему рецепту: канифоль — 15 весовых частей, мелкие древесные опилки — 5, денатурированный спирт — 30, креолин — 3, а также гипс и мел — по 25 частей.

Если мебель сильно поражена, ее лучше поместить в специальные дезинфекционные камеры. Хороший эффект дает термическая обработка пораженных деревянных изделий в сушилках или в поле электротокков высокой частоты при прогреве до температуры 65—70 °С.

Особенности защиты от вредителей городских насаждений

Зеленые насаждения города представляют собой сложную мозаику преимущественно искусственных растительных сообществ, функционирующих в урбанизированной среде. Эта среда отличается от естественной по степени и характеру воздействия ряда неблагоприятных факторов, что и определяет особый тип взаимоотношений между растениями и растительноядными членистоногими.

Городская среда представляет собой комплекс совместно действующих природных и антропогенных факторов, из которых главные — повышенная загрязненность, задымленность и запыленность воздуха, специфические особенности температурного и водного режимов воздуха и почвы, неблагоприятные химические и физико-химические свойства почвы, асфальтовое покрытие улиц и площадей, подземные коммуникации и сооружения в зоне корневой системы, дополнительное освещение растений в ночное время.

В городе существуют различные по породному составу, возрасту, структуре и типам насаждения лесопарки, скверы и бульвары, уличные посадки, внутридворовые естественные и искусственные насаждения. По своему назначению и функциям их можно разделить на три группы: насаждения общего пользования (лесопарки, парки, ботанические сады, скверы, бульвары, уличные аллеи, односторонние и многосторонние посадки, внутриквартальные дворовые насаждения), насаждения ограниченного пользования (при школах, учреждениях, детских садах, больницах, домах отдыха, промышленных предприятиях и пр.) и насаждения специального назначения (защитные посадки вдоль шоссе, железных дорог, водохранилищ, противопожарные, противозерозионные, мелиоративные и др.). Все они в совокупности образуют единую систему зеленых насаждений города, выполняющую санитарно-оздоровительную, средоохранную и средоформирующую роль.

В условиях городской среды у древесных растений значительно изменяются эволюционно сложившиеся биологические свойства, они чутко реагируют на изменение условий произрастания. Деревья в городе менее долговечны, и большая их часть отмирает

задолго до наступления естественной старости. Факторы городской среды воздействуют на сроки прохождения растениями фенофаз и продолжительность вегетационного периода.

Неблагоприятные факторы городской среды — причина изменения формы, объема, густоты кроны, искривления ствола, ранней суховершинности и частичной сухокронности деревьев. Все это снижает их декоративные качества.

По своему строению биоценозы городских насаждений очень разнообразны — от достаточно сложных, приближенных к биоценозам естественных пригородных лесов (лесопарки, парки, ботанические сады) до самых упрощенных по своей структуре и составу (уличные аллеи, посадки). Однородность или разнообразность породного и возрастного состава насаждений и условий их произрастания отражается на разнообразии видового состава и структуры дендрофильной фауны, а также на численности растительноядных членистоногих и их распространении.

Экологические условия парков, лесопарков, дендрариев приближаются к естественным. Видовое разнообразие вредителей здесь богаче, но они редко размножаются массово. В таких условиях подъем уровня численности фитофагов редок и в основном наблюдается лишь после неблагоприятных для растений изменений погоды (сильные засухи, морозные и малоснежные зимы).

Уличные посадки растут на уплотненной почве, часто загрязненной строительным мусором, испытывают воздействие повышенной температуры воздуха и почвы, постоянный недостаток влаги и питания, аэрации почвы благодаря соседству каменных зданий и тротуаров, загрязняются пылью, дымом и газами. Вредные примеси, действуя отрицательно на дыхательные органы и мягкие покровы тела насекомых, создают неблагоприятные условия, при которых выживают только формы, защищенные от прямого воздействия вредных веществ щитками и восковыми выделениями (кокциды и тли), свернутыми листьями (гусеницы листовёрток и личинки трубноверток), чехликами (чехлоноска), эпидермисом листьев (лиственные минеры). Почвенные условия в городах, особенно отсутствие подстилки и уплотненность поверхностного слоя, исключают возможность существования здесь насекомых и других беспозвоночных, развивающихся в почве, и ограничивают возможности развития популяций насекомых, окукливающихся и зимующих в почве. Регулярная уборка листьев в городских посадках губит зимующих в подстилке полезных насекомых, а ночное освещение привлекает в городские посадки сумеречных и ночных бабочек, среди которых много вредоносных видов. Массовое развитие вредителей в уличных насаждениях связано не только с действием абиотических факторов, но и с бедностью видового состава биоценозов.

Городская среда заметно влияет на сезонный цикл, выживаемость и кормовую специализацию насекомых. Так, большое количество зимних убежищ стимулирует длительное развитие очагов тополевой моли. Непарный шелкопряд меняет места яйцекладки и расширяет ассортимент повреждаемых пород. В городе значительно сужается состав и меняется соотношение видов энтомофагов по сравнению с естественными условиями.

Обычно в насаждениях крупного города преобладают скрытоживущие вредители (галлообразующие, минирующие, стволовые вредители, листовёрты, образователи паутинных гнезд, трубноверты и др.). Богатство и разнообразие ряда отдельных групп вредителей обусловлены тем, что они имеют благоприятные условия обитания и образуют естественные резервации в городских лесах. К тому же в условиях городской среды минеры и галлообразователи дополнительно защищены от ее воздействия скрытым образом жизни в тканях листьев и хвоинок. Сосушие вредители защищены плотными покровами тела либо специальными щитками (ложнощитовки, щитовки и червецы), либо преодолевают негативное воздействие среды обитания, имея большое количество поколений в течение вегетации (до 20 и выше) с высокой численностью каждого поколения.

Источники формирования фауны членистоногих филлофагов в насаждениях города многочисленны и разнообразны. Согласно схеме, предложенной А. И. Воронцовым, Г. В. Сазоновой и И. Н. Предтеченским и развитой в ряде других работ, к источникам формирования фауны вредителей зеленых насаждений города относятся посадочный материал из питомников; интродукция новых видов и форм растений вместе с несвойственными данной местности видами; занос и проникновение из пригородных лесов типичных лесных и сельскохозяйственных вредителей; переход местных многоядных вредителей на декоративные растения; массовое развитие местных видов, которые приспособились к городским условиям и стали специфическими обитателями городов.

Видовой состав и встречаемость вредителей в городских посадках разных типов зависят от биологических особенностей отдельных видов, их устойчивости к отрицательному воздействию городской среды и от условий, благоприятствующих или препятствующих их расселению. Большую роль играют также ассортимент и возраст древесных пород, из которых состоят насаждения, структура насаждений и складывающаяся в них экологическая обстановка в целом, устойчивость самих растений к неблагоприятным факторам городской среды, а также интенсивность и качество мер ухода за насаждениями и их защиты.

По видовому разнообразию наиболее обширен комплекс вредителей лесопарков и парков. Он включает представителей прак-

тически всех экологических групп вредителей. Экологические условия в насаждениях этого типа близки к естественным. Основу видового состава формируют типичные лесные виды. Вспышки массового размножения и локальные очаги вредителей здесь периодически возникают либо одновременно с фоновым повышением численности тех или иных видов в регионе в целом (непарный шелкопряд, дубовая зеленая листовёртка, пяденицы зимняя и обдирало, горностаевые паутинные моли и др.), либо в результате локального ослабления насаждений под влиянием инфекционных болезней, стихийных явлений природы, интенсивной рекреации или загрязнения среды (стволовые насекомые).

Самый малочисленный по количеству видов, но весьма специфический комплекс вредителей обитает в простых уличных насаждениях, к которым относятся аллеиные посадки вдоль улиц и транспортных магистралей. Они создаются обычно на насыпных, загрязненных строительным мусором и уплотненных грунтах и часто испытывают недостаток влаги и питания. На их надземную часть, имеющую ажурную, продуваемую конструкцию, особенно сильно воздействуют выхлопные газы, дорожная пыль, применяемые зимой противогололедные средства и мощные ветровые потоки. В этих условиях формируется комплекс вредителей, лучше других адаптировавшихся к факторам городской среды и защищенных от непосредственного воздействия загрязнений (кокциды, минеры, галлообразователи), а также компенсирующих повышенную смертность высокой плодовитостью и большим количеством поколений в году (тли, паутинные клещики и др.). В этих условиях они часто формируют очаги и достигают высокой численности. Их естественные враги (насекомоядные птицы и насекомые-энтомофаги) здесь отсутствуют или их очень мало.

Комплекс вредителей сложных уличных посадок, скверов и бульваров по представленности здесь разных экологических групп вредителей значительно шире. Это связано с большим разнообразием состава кормовых пород, со сложной структурой посадок, наличием в них разных по экологической обстановке стадий. Наряду с минерами, галлообразователями, сосушими вредителями, здесь периодически возникают локальные очаги листо- и хвоегрызущих, в первую очередь многоядных насекомых.

Система защиты городских насаждений от вредителей включает мониторинг состояния насаждений, надзор за появлением и распространением вредителей, мероприятия по повышению устойчивости растений и насаждений, интегрированные методы защиты деревьев и насаждений от вредителей. Для активной защиты древесных растений в городе необходимо ограниченное применение пестицидов при использовании современных и безопасных для человека химических и биологических средств и технологий.



Рис. 1. Стрекоза желтоватая
(отряд стрекозы)

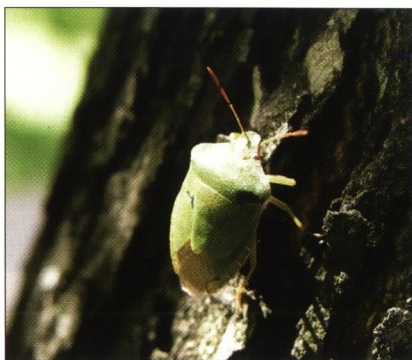


Рис. 2. Клоп-щитник
(отряд полужесткокрылые)



Рис. 3. Жук-бронзовка
(отряд жесткокрылые)



Рис. 4. Шмель
(отряд перепончатокрылые)



Рис. 5. Представитель
отряда ручейники



Рис. 6. Бабочки-боярышницы
(отряд чешуекрылые)



Рис. 7. Жук восточного майского хруща



Рис. 8. Жук июньского хруща



Рис. 9. Колония тлей на побеге ивы



Рис. 10. Галл зеленого хермеса

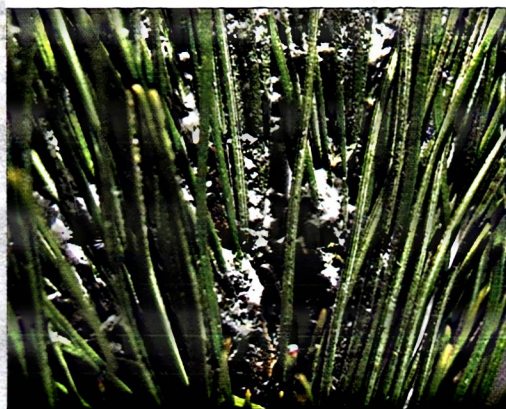


Рис. 11. Колония сибирского хермеса на побеге кедра



Рис. 12. Запятовидная щитовка на стволе дерева



Рис. 13. Акациевая ложнощитовка на побеге рябины



Рис. 14. Галлы ольхового бородавчатого клещика



Рис. 16. Колонии паутиноного клеща на побеге пихты



Рис. 15. Галлы липового войлочного клещика



Рис. 17. Подкорный сосновый клоп на стволе молодой сосны



Рис. 18. Жук красного осинового листоеда



Рис. 19. Жуки фиолетового ольхового листоеда



Рис. 20. Личинки дубового блохака на листе дуба и их повреждения



Рис. 21. Жук березового
трубковерта



Рис. 22. Повреждения листьев
березы трубковертами



Рис. 23. Мины дубового
пилильщика

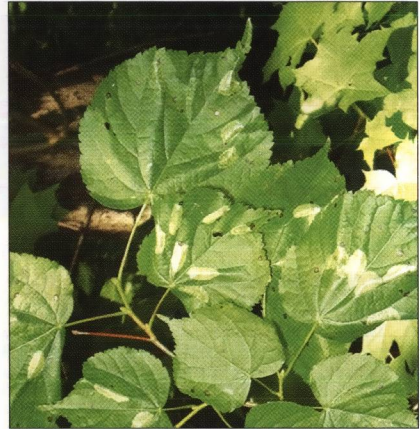


Рис. 24. Мины липовой моли-
пестрянки



Рис. 25. Мины тополевой
моли-пестрянки



Рис. 33. Кокконы и личинки обыкновенного соснового пилильщика



Рис. 34. Личинки рыжего соснового пилильщика



Рис. 35. Личинка звездчатого ткача-пилильщика



Рис. 36. Очаг звездчатого ткача-пилильщика



Рис. 37. Бабочки дубовой зеленой листовёртки



Рис. 38. Только что вышедшие из куколок бабочки непарного шелкопряда



Рис. 39. Гусеница непарного шелкопряда



Рис. 40. Гусеница златогузки



Рис. 41. Гусеница кольчатого коконопряда



Рис. 42. Гусеница пяденицы-обдирало



Рис. 43. Паутинное гнездо черемуховой горностаевой моли

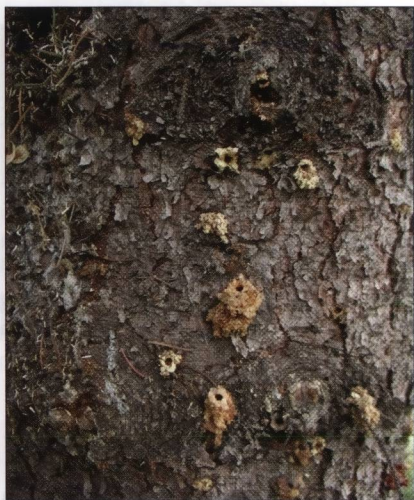


Рис. 44. Смоляные воронки лубоеда-дендроктона на стволе ели колючей



Рис. 45. Буровая муха на стволе ели, заселенной короедом-типографом



Рис. 46. Следы дополнительного питания молодых жуков ильмовых заболонников в развилке побегов вяза



Рис. 47. Ходы заболонников — разрушителя и струйчатого



Рис. 48. Ходы березового заболонника



Рис. 49. Ходы большого соснового лубоеда

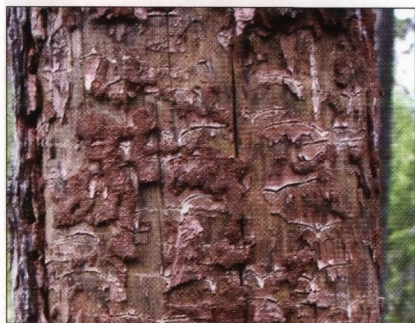


Рис. 50. Ходы малого соснового лубоеда



Рис. 51. Ходы короеда-стенографа



Рис. 52. Ходы вершинного короеда



Рис. 53. Ходы короеда-типографа



Рис. 54. Очаг короеда типографа



а



Рис. 56. Жук блестящегрудого елового усача



б

Рис. 55. Сосновая стволовая смолевка: *а* — жук; *б* — куколочная колыбелька

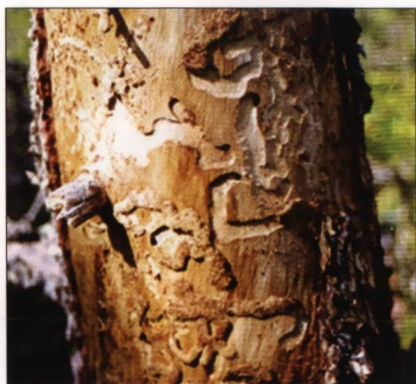


Рис. 57. Личиночные ходы
плоского фиолетового усача

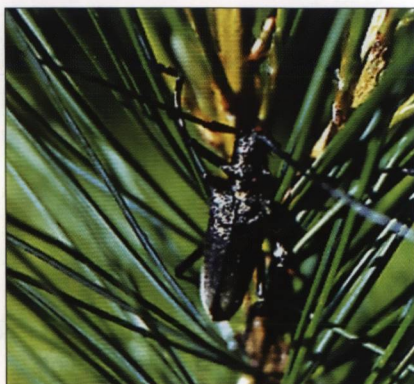


Рис. 58. Жук пихтового, или боль-
шого черного елового, усача

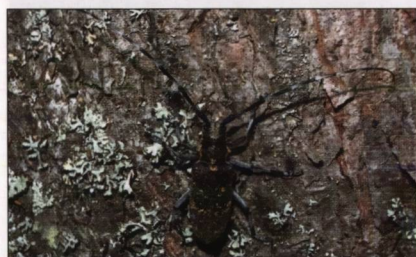


Рис. 59. Жук черного, или бронзо-
вого, соснового усача



Рис. 61. Личинка усача рода
Monochamus и выгрызенная ею
площадка на стволе ели

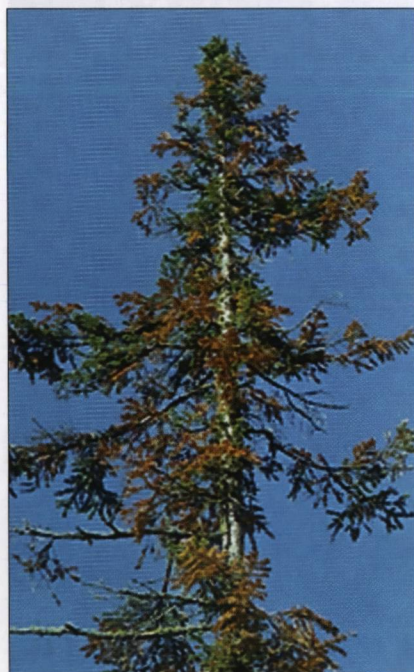


Рис. 60. Следы дополнительного
питания пихтового усача
в кроне пихты



Рис. 62. Жук большой сосновой златки



Рис. 63. Личинка бронзовой хвойной златки



Рис. 64. Личиночные ходы узкотелой златки



Рис. 65. Рогохвост-ксифидрия



Рис. 66. Ходы личинок кожистокрылого сверлила на березе



a



б

Рис. 67. Жук (*a*) и личинка (*б*) тлевой коровки



Рис. 68. Златоглазка — известный истребитель мелких растительно-ядных насекомых



Рис. 69. Паразит насекомых-ксилофагов — наездник Рисса



Рис. 70. Наездник браконид, паразитирующий куколку шелкопряда-монашенки на ветке ели



Рис. 71. Муравьи нападают на жука серого осинового усача



Рис. 72. Трофобиоз муравьев и тлей



Рис. 73. Гнездо северного лесного муравья



Рис. 74. Феромонная ловушка коро-еда-типографа

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бей-Биенко Г. Я.* Общая энтомология. — М.: Высшая школа, 1971. — 479 с.
- Борхсениус Н. С.* Практический определитель кокцид культурных растений и лесных пород СССР. — М.—Л.: Изд-во АН СССР, 1973. — 324 с.
- Воронцов А. И.* Лесная энтомология. — М.: Экология, 1995. — 351 с.
- Воронцов А. И.* Биологические основы защиты леса. — М.: Высшая школа, 1963. — 324 с.
- Воронцов А. И.* Патология леса. — М.: Лесная промышленность, 1978. — 270 с.
- Воронцов А. И.* Насекомые — разрушители древесины. — М.: Лесная промышленность, 1981. — 176 с.
- Воронцов А. И.* Лесная энтомология. — М.: Высшая школа, 1982. — 384 с.
- Воронцов А. И.* Биологическая защита леса. — М.: Лесная промышленность, 1984. — 264 с.
- Воронцов А. И.* Технология защиты леса / А. И. Воронцов, Е. Г. Мозолевская, Э. С. Соколова. — М.: Экология, 1991. — 304 с.
- Вредители шишек и семян хвойных пород / [Г. В. Стадницкий и др.]. — М.: Лесная промышленность, 1978. — 65 с.
- Голосова М. А.* Биологическая защита леса. — М.: Изд-во МГУЛ, 2003. — 151 с.
- Горностаев Г. И.* Насекомые СССР. — М.: Мысль, 1970. — 592 с.
- Горностаев Г. Н.* Определитель отрядов и семейств насекомых фауны России. — М.: Логос, 1999. — 159 с.
- Гусев В. И.* Определитель повреждений лесных, декоративных и плодовых деревьев и кустарников. — М.: Лесная промышленность, 1984. — 471 с.
- Гусев В. И.* Определитель повреждений деревьев и кустарников, применяемых в зеленом строительстве. — М.: Агропромиздат, 1989. — 207 с.
- Длусский Г. М.* Знакомьтесь — муравьи. — М.: Агропромиздат, 1986. — 220 с.
- Захаров А. А.* Организация сообществ у муравьев. — М.: Наука, 1991. — 278 с.
- Ижевский С. С.* Словарь-справочник по биологической защите растений. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 206 с.
- Ильинский А. И.* Определитель вредителей леса. — М.: Сельхозиздат, 1962. — 392 с.
- Инструкция по авиационному применению биологических и химических средств защиты леса от хвое- и листогрызущих насекомых // МПР РФ. — Пушкино: Изд-во ВНИИЛМ, 2001. — 46 с.
- Инструкция по экспедиционному лесопатологическому обследованию лесов СССР. — М.: Минлесхоз РСФСР, 1983. — 181 с.
- Клюге Н. Ю.* Современная систематика насекомых. — СПб.: Лань, 2000. — 336 с.
- Лесная энтомология / [В. И. Гусев и др.]. — М.—Л.: Гослесбумиздат, 1961. — 488 с.
- Лесная энтомология / [М. Н. Римский-Корсаков и др.]. — М.—Л.: Гослесбумиздат, 1949. — 507 с.
- Методические рекомендации по надзору, учету и прогнозу массовых размножений стволовых вредителей и санитарного состояния леса / под ред. А. Д. Маслова // МПР РФ. — Пушкино: Изд-во ВНИИЛМ, 2006. — 108 с.
- Методы мониторинга вредителей и болезней леса. Болезни и вредители в лесах России. — Т. III. МПР РФ. Федеральное агентство лесного хозяйства. — М.: Изд-во ВНИИЛМ, 2004. — 199 с.
- Методы прогнозирования массового размножения сибирского шелкопряда. — Красноярск: Изд-во ИЛИД, 1967. — 9 с.
- Мозолевская Е. Г.* Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса / Е. Г. Мозолевская, О. А. Катаев, Э. С. Соколова. — М.: Лесная промышленность, 1984. — 152 с.
- Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР / под ред. А. И. Ильинского и И. В. Тропина. — М.: Лесная промышленность, 1965. — 525 с.
- Наставление по защите лесных культур и молодняков от вредных насекомых и болезней // Федеральная служба лесного хозяйства России. — М., 1997. — 108 с.
- Наставления по надзору, учету и прогнозу хвое- и листогрызущих насекомых в европейской части РСФСР // Минлесхоз РСФСР. — М., 1988. — 84 с.
- Наставление по организации и ведению лесопатологического мониторинга в лесах России // МПР РФ. — М.: Изд-во ВНИИЛМ, 2001. — 85 с.
- Наставление по принятию решений о целесообразности лесозащитных мероприятий в очагах хвое- и листогрызущих насекомых в лесах европейской части РСФСР. — М.: Минлесхоз РСФСР, 1988. — 11 с.
- Никитский И. Б.* Насекомые — хищники короедов и их экология. — М.: Наука, 1980. — 237 с.
- Никитский Н. Б.* Жуки-ксилофаги — вредители древесных растений России. Болезни и вредители в лесах России / Н. Б. Никитский, С. С. Ижевский. — Т. II. МПР РФ. Федеральное агентство лесного хозяйства. — М.: Изд-во ВНИИЛМ, 2005. — 116 с.
- Плавильщиков Н. Н.* Определитель насекомых. — М.: Тописал, 1994. — 548 с.
- Практикум по лесной энтомологии / [Е. Г. Мозолевская и др.]. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 270 с.

Санитарные правила по хранению, транспортировке и применению пестицидов (ядохимикатов) в сельском хозяйстве. — М.: Агропромиздат, 1991. — 45 с.

Сборник руководящих документов по лесному карантину // МСХ и П РФ. Госинспекция по карантину растений РФ. — М., 1998. — 101 с.

Справочник по защите леса от вредителей и болезней. — М.: Агропромиздат, 1989. — 414 с.

Стадницкий Г. В. Механизированная защита леса / Г. В. Стадницкий, А. М. Бортник. — М.: Лесная промышленность, 1982. — 135 с.

Тыщенко В. П. Основы физиологии насекомых: в 2 т. — Л.: Изд-во Ленинградского университета. — Т. 1, 1976. — 364 с. — Т. 2, 1977. — 303 с.

Чернышев В. Б. Экология насекомых. — М.: Изд-во МГУ им. М. В. Ломоносова, 1996. — 304 с.

Шванвич Б. Н. Курс общей энтомологии. — М.—Л.: Советская наука, 1949. — 900 с.

Шевырев И. Я. Загадка короедов. — М.: Изд-во МГУЛ, 1998. — 106 с.

Яхонтов В. В. Экология насекомых. — М.: Высшая школа, 1969. — 488 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
ЧАСТЬ I	
ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ЭНТОМОЛОГИИ	
Глава 1. Место насекомых в системе животного мира и их значение	11
Глава 2. Внешнее строение насекомых	15
Глава 3. Внутреннее строение и жизненные процессы насекомых ..	20
3.1. Кожные покровы	20
3.2. Мышечная система	22
3.3. Полость тела и жировое тело	23
3.4. Органы пищеварения	24
3.5. Процесс пищеварения	25
3.6. Органы выделения и экскреция	27
3.7. Дыхательная система	28
3.8. Кровеносная система и кровообращение	30
3.9. Нервная система	32
3.10. Источники информации: рецепторы и органы чувств	33
3.11. Нервная деятельность и поведение насекомых	35
3.12. Коммуникация	36
3.13. Эндокринная система и гормоны	37
3.14. Половая система насекомых и половые продукты	38
Глава 4. Развитие насекомых	41
4.1. Жизненный цикл и диапауза	41
4.2. Эмбриогенез насекомых	42
4.3. Метаморфоз и типы развития	46
4.4. Встреча полов, спаривание и появление потомства	52
4.5. Общественный образ жизни и защитные приспособления	56
Глава 5. Экология насекомых	58
5.1. Биологические ритмы у насекомых	58
5.2. Трофические группы насекомых и их роль в экосистемах	61
5.3. Взаимодействие насекомых с окружающей средой и ее факторами	64

5.4. Особенности распространения насекомых	77
5.5. Динамика численности насекомых	79
Глава 6. Систематика насекомых	85
6.1. Общие сведения	85
6.2. Характеристика отрядов насекомых с неполным превращением ...	89
6.3. Характеристика отрядов насекомых с полным превращением	97
ЧАСТЬ II	
ВРЕДИТЕЛИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ	
Глава 7. Общие сведения о вредителях древесных растений, наносимых ими повреждениях и их последствиях	105
Глава 8. Вредители плодов и семян	110
8.1. Общая характеристика группы	110
8.2. Характеристика главных групп и видов карпофагов	111
Глава 9. Вредители растений в питомниках и молодняках	115
9.1. Общая характеристика группы	115
9.2. Вредители корневых систем растений	116
9.3. Характеристика главных семейств и видов	117
9.4. Вредители почек, листьев и хвои, побегов и стволиков молодых растений	124
9.4.1. Сосушие вредители растений	124
9.4.2. Грызущие вредители растений	131
Глава 10. Хвое- и листогрызущие насекомые	141
10.1. Биологические особенности хвое- и листогрызущих насекомых	141
10.2. Вспышки массового размножения хвое- и листогрызущих насекомых	144
10.3. Влияние дефолиации на состояние насаждений	147
10.4. Характеристика отдельных групп и видов хвое- и листогрызущих насекомых	150
10.4.1. Вредители хвойных пород	150
10.4.2. Вредители лиственных пород	163
Глава 11. Стволовые вредители	176
11.1. Общая характеристика группы	176
11.2. Характеристика главных семейств и видов	179
11.2.1. Короеды	179
11.2.2. Смолевки	190
11.2.3. Усачи	191
11.2.4. Златки	195
11.2.5. Рогохвосты	198
11.2.6. Древоточцы и стеклянницы	199
Глава 12. Технические вредители древесины	203

12.1. Общая характеристика группы	203
12.2. Характеристика главных семейств и видов	204
Глава 13. Трофические группы и роль насекомых-ксилобионтов в лесных биогеоценозах	208

ЧАСТЬ III

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ЛЕСА И ДРУГИХ ОБЪЕКТОВ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ

Глава 14. Организация защиты леса в России и ее методы	213
Глава 15. Лесозащитное районирование	216
Глава 16. Лесопатологические обследования и лесопатологический мониторинг	221
16.1. Общие сведения	221
16.2. Оценка состояния насаждений при лесопатологических обследованиях и мониторинге	223
16.3. Надзор за появлением и распространением вредителей и болезней и состоянием леса	225
16.4. Прогноз динамики состояния лесов и очагов вредителей и болезней леса	228
Глава 17. Лесохозяйственные методы защиты леса	232
Глава 18. Биологический метод защиты леса от вредителей	236
18.1. Общие сведения	236
18.2. Энтомофаги и их роль в динамике численности лесных вредителей	241
18.2.1. Общая характеристика энтомофагов	241
18.2.2. Роль энтомофагов в динамике численности вредителей ..	245
18.3. Методы выявления, идентификации и учета численности энтомофагов	249
18.4. Полезная энтомофауна, внутривидовые и межвидовые отношения в лесных биоценозах	250
18.5. Сохранение полезной энтомофауны в лесах при химических обработках	253
18.6. Привлечение энтомофагов в лесные биоценозы	253
18.7. Внутриауральные переселения энтомофагов	256
18.8. Применение классического биометода (интродукция и акклиматизация энтомофагов)	257
18.9. Применение энтомофагов методом колонизации	260
18.10. Муравьи и методы их использования в лесном хозяйстве	262
18.10.1. Общая характеристика муравьев	262
18.10.2. Структура семьи муравьев	269
18.10.3. Постоянные надсемейные структуры	275
18.10.4. Типы многовидовых сообществ у муравьев	279

18.10.5. Роль муравьев в лесных экосистемах.....	281
18.10.6. Использование лесных муравьев для защиты леса от хвое- и листогрызущих насекомых	286
18.11. Использование птиц и других позвоночных животных	293
18.12. Болезни лесных насекомых и их возбудители	295
18.13. Биопрепараты на основе микроорганизмов и технология их применения	306
Глава 19. Химические методы защиты леса	311
19.1. Общие сведения	311
19.2. Классификация пестицидов и их токсичность	313
19.3. Препаративные формы инсектицидов	317
19.4. Способы применения пестицидов	320
Глава 20. Авиационный метод обработки очагов вредителей леса ..	323
Глава 21. Карантинные мероприятия	328
21.1. Общие понятия о карантине растений	328
21.2. Лесной карантин	331
21.3. Анализ фитосанитарного риска	334
Глава 22. Физико-механические методы защиты леса	339
Глава 23. Использование феромонов в защите леса	341
Глава 24. Генетические методы защиты леса	348
Глава 25. Интегрированный метод защиты леса	351
ЧАСТЬ IV	
ЗАЩИТА ОБЪЕКТОВ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ	
Глава 26. Системы лесозащитных мероприятий	358
26.1. Общие положения	358
26.2. Система защиты генеративных органов древесных растений (шишки, желуди, плоды и семена)	360
26.3. Система защиты растений в питомниках, культурах и молодняках	362
26.4. Система защиты леса от хвое- и листогрызущих вредителей	372
26.5. Система защиты леса и древесины от стволовых и технических вредителей	383
Глава 27. Особенности защиты от вредителей городских насаждений	404
Список литературы	408

Учебное издание

**Мозолевская Екатерина Григорьевна,
Селиховкин Андрей Витимович,
Ижевский Сергей Сергеевич и др.**

Лесная энтомология

Учебник

Редакторы *Н. А. Соколова, И. В. Пирогова*
Технический редактор *Н. И. Горбачева*
Компьютерная верстка: *Л. А. Смирнова*
Корректоры *В. А. Жилкина, Г. Н. Петрова*

Изд. № 101112457. Подписано в печать 30.10.2009. Формат 60 × 90/16.
Гарнитура «Таймс». Печать офсетная. Бумага офсетная № 1.
Усл. печ. л. 27,0 [в т. ч. шв. вкл. 1,0]. Тираж 1500 экз. Заказ № 29168.

Издательский центр «Академия». www.academia-moscow.ru
Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.99.60.953.Д.007831.07.09 от 06.07.2009.
129085, г. Москва, пр-т Мира, д. 101в, стр. 1, а/я 48. Тел. 8(495)648-05-07, факс 8(495)616-00-29.

Отпечатано в соответствии с качеством предоставленных издательством
электронных носителей в ОАО «Саратовский полиграфкомбинат».
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59. www.sarpk.ru

ЛЕСНАЯ ЭНТОМОЛОГИЯ

ISBN 978-5-7695-5997-6



Издательский центр «Академия»
www.academia-moscow.ru