

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Р. А. Соколов

# ЛЕСОВЕДЕНИЕ

## Часть 1

*Допущено методическим советом  
Пермского государственного национального  
исследовательского университета в качестве  
учебного пособия для студентов, обучающихся  
по направлениям подготовки бакалавров  
«Экология и природопользование»*



Пермь 2020

УДК 630.231  
ББК 41.3  
С594

**Соколов Р. А.**

С594 Лесоведение : учебное пособие / Р. А. Соколов ; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Пермь, 2020. – Ч. 1. – 144с.

ISBN 978-5-7944-3514-6

Учебное пособие разработано в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по специальности 020802.65 «Природопользование» (направление подготовки 020800.62 «Экология и природопользование»), приказом Минобрнауки России от 12.08.2010 № 854 и перечнем специальностей и направлений подготовки, утвержденным приказом Минобрнауки России от 12.08.2013 № 1061.

Рассмотрены основные мероприятия по защите леса в таёжной лесорастительной зоне Российской Федерации и в Пермском крае. Показано применение лесохозяйственных, биологических, химических методов защиты леса в борьбе с вредителями и болезнями. Материал позволяет получить современное представление о лесопатологическом мониторинге.

**УДК 630.231**  
**ББК 41.3**

*Печатается по решению ученого совета географического факультета  
Пермского государственного национального исследовательского университета*

*Рецензенты:* Институт гражданской защиты Удмуртского государственного университета (директор института, докт. биол. наук, профессор, почётный работник образования РФ **И. Л. Бухарина**);

старший научный сотрудник Института экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН, канд. биол. наук, доцент **Д. О. Егорова**

ISBN 978-5-7944-3514-6

© Соколов Р. А., 2020  
© ПГНИУ, 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	5
<b>1. Организация защиты леса в России и её методы</b> .....	6
<b>2. Лесозащитное районирование</b> .....	11
<b>3. Лесопатологические обследования и лесопатологический мониторинг</b> .....	15
3.1. Общие сведения.....	15
3.2. Оценка состояния насаждений при лесопатологических обследованиях и мониторинге.....	17
3.3. Надзор за появлением и распространением вредителей и болезней и состоянием леса.....	19
3.4. Прогноз динамики состояния лесов и очагов вредителей и болезней леса.....	21
<b>4. Лесохозяйственные методы защиты леса</b> .....	25
<b>5. Биологический метод защиты леса от вредителей</b> .....	29
5.1. Общие сведения.....	29
5.2. Энтомофаги и их роль в динамике численности лесных вредителей.....	32
5.2.1. Общая характеристика энтомофагов.....	32
5.2.2. Привлечение энтомофагов в лесные биоценозы.....	34
5.2.3. Внутриареальные переселения энтомофагов.....	36
5.2.4. Применение классического биометода (интродукция и акклиматизация энтомофагов).....	37
5.2.5. Применение энтомофагов методом колонизации.....	38
5.3. Муравьи и методы их использования в лесном хозяйстве.....	38
5.3.1. Краткая характеристика муравьев и их роль в лесных экосистемах.....	38
5.3.2. Методы использования лесных муравьев для защиты леса от хвое- и листогрызущих насекомых.....	41
5.4. Использование птиц и других позвоночных животных.....	46
5.5. Болезни лесных насекомых и использование их возбудителей для биологической защиты леса.....	48
<b>6. Химические методы защиты леса</b> .....	52
6.1. Общие сведения.....	52
6.2. Классификация пестицидов и их токсичность.....	54
6.3. Препаративные формы инсектицидов.....	59
6.4. Способы применения пестицидов.....	61
<b>7. Авиационные методы обработки очагов вредителей леса</b> .....	64

<b>8. Карантинные мероприятия</b> .....	68
8.1. Общие понятия о карантине растений.....	68
8.2. Лесной карантин.....	71
<b>9. Физико-механические методы защиты леса</b> .....	73
<b>10. Использование феромонов в защите леса</b> .....	74
<b>11. Интегрированный метод защиты леса</b> .....	81
<b>12. Защита объектов лесного хозяйства от вредителей и болезней (системы лесозащитных мероприятий)</b> .....	89
12.1. Общие положения.....	89
12.2. Система защиты генеративных органов древесных растений (шишек, желудей, плодов и семян).....	92
12.2.1. Защита плодов и семян древесных пород от болезней.....	80
12.3. Система защиты растений в питомниках, культурах и молодняках.....	94
12.3.1. Система мероприятий по защите питомников, культур и молодняков от болезней.....	104
12.4. Система защиты леса от хвое- и листогрызущих вредителей.....	107
12.5. Система мероприятий по защите древесных пород от сосудистых и некрозно-раковых болезней.....	118
12.6. Система защитных мероприятий от гнилей.....	120
12.6.1. Защита насаждений от корневых гнилей, вызываемых корневой губкой и опенком.....	120
12.6.2. Защита насаждений от стволовых гнилей.....	122
12.6.3. Защита древесины от дереворазрушающих грибов.....	122
12.7. Система защиты леса и древесины от стволовых и технических вредителей.....	124
<b>Заключение</b> .....	141
<b>Список литературы</b> .....	142

## **ВВЕДЕНИЕ**

Защита леса от вредителей – обязательная составная часть лесозащиты, целью которой является поддержание, сохранение и повышение ресурсного потенциала и биологического разнообразия лесов России, являющихся не только отечественным, но и мировым богатством.

Массовые размножения вредителей также 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.

## 1. ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ ЛЕСА В РОССИИ И ЕЁ МЕТОДЫ

Лесозащитная деятельность в лесах России регламентируется в соответствии со статьей 55 Лесного кодекса Российской Федерации **Правилами санитарной безопасности в лесах**, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 20 мая 2017 г. № 607. Правила санитарной безопасности в лесах для каждого лесного района разрабатываются и утверждаются Министерством природных ресурсов Российской Федерации.

Правила устанавливают единые порядок и условия организации защиты лесов от вредных организмов, а также от воздействий на них других негативных факторов и единые санитарные требования к использованию лесов, направленные на обеспечение санитарной безопасности.

В целях обеспечения санитарной безопасности в лесах осуществляются:

- 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 захламливания, загрязнения и иного негативного воздействия);
- установление санитарных требований к использованию лесов.

Требования, установленные настоящими Правилами, учитываются при планировании освоения лесов. Документированная информация, получаемая при выполнении мероприятий по обеспечению санитарной безопасности лесов, 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, последствия ликвидируются 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 настоящих Правил, несут ответственность, и вред, причиненный лесам в связи с этим, возмещается в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

**Методы защиты леса от вредителей** – это виды мероприятий, отличающиеся 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 так: 1 – лесопатологический мониторинг и лесопатологические обследования; 2 – лесохозяйственные; 3 – биологические; 4 – генетические, 5 – химические методы; 6 – использование феромонов и аттрактантов насекомых; 7 – физико-механические, 8 – интегрированные методы защиты леса и 9 – карантинные мероприятия. Почти все они имеют многоцелевой характер и являются одновременно и профилактическими, и истребительными.

Эффективность защиты леса возможна лишь при использовании против вредных организмов не какого-либо одного, а обязательно комплекса методов – системы мероприятий, предусматривающей одновременно создание условий, неблагоприятных для развития очагов вредителей и болезней, в сочетании с методами их непосредственного уничтожения или подавления.

Под *системой лесозащитных мероприятий* понимают сочетание методов, приемов и средств, используемых для защиты от вредителей и болезней лесов, определенных природных территориально-производственных комплексов, эколого-производственных лесных объектов и объектов озеленения.

Под *природным территориально-производственным комплексом* подразумеваются леса или зеленые насаждения на определенной территории, где руководство всеми хозяйственными мероприятиями осуществляется администрацией предприятия, объединения, кооператива, арендодержателями или органами власти республики, края, района, населенного пункта.

*Эколого-производственные объекты* - это отдельные участки леса или лесной площади, отличающиеся по экологической обстановке, целевому назначению и обитающему там комплексу популяций живых организмов. Это семенные хозяйства, плантации, склады-хранилища семян и плодов древесных пород, питомники, лесные культуры, лесные площади, подлежащие закультивированию, лесные насаждения, вырубki, склады древесины и сооружения из древесины, объекты озеленения в городах и населенных пунктах (лесопарки, парки, уличные и внутридворовые посадки, бульвары и скверы), дендрологические и ботанические сады, полезащитные полосы и прочие объекты, защита которых требует специфических методов, средств и технологических приемов.

По ГОСТ 21507-81 «Защита растений» к *вредным организмам* относят микроорганизмы, насекомых, грызунов и сорняки, снижающих количество урожая или его качество и наносящих экономический ущерб.

*Вредители древесной растительности* (леса, зеленых насаждений) –это виды животных, способных своими повреждениями причинять ощутимый экологический и экономический ущерб, снижать средозащитные и средообразующие свойства и продуктивность насаждений или вызывать их гибель. К ним относят растительноядных насекомых, клещей и позвоночных животных (копытных и грызунов), популяции которых могут увеличивать свою численность до уровня, вызывающего экологический и экономический ущерб.

*Болезни древесной растительности* (леса, зеленых насаждений) –это патологический процесс, возникающий и развивающийся под влиянием неблагоприятных факторов среды или патогенов (возбудителей болезней, живых организмов), приводящий к снижению средозащитных и средообразующих свойств и продуктивности насаждений или вызывающий их гибель.

Патогенами могут быть грибы, бактерии, вирусы, нематоды и высшие цветковые растения.

Употребляя термины, например «вредители», необходимо учитывать, что понятия «вред» и «польза» по отношению к живым организмам, населяющим Землю, неправомерны. Каждый вид организма занимает свою экологическую нишу и выполняет свои функции в лесных биогеоценозах. Тем не менее при определенных обстоятельствах некоторые виды могут причинять значительный вред древостоям и лесным экосистемам в целом, вызывая частичное или полное их разрушение, или деградацию, снижение продуктивности или полезных свойств. Особенно усиливается ущерб от некоторых растительноядных животных и патогенов в условиях возрастающего антропогенного влияния на природу, когда естественные лесные экосистемы снижают или полностью утрачивают устойчивость.

Под *очагами вредных организмов* понимают участки леса (лесной площади) или объекта озеленения, характеризующиеся повышенной концентрацией патогенных организмов, наносящих ощутимый экологический и экономический ущерб. Обычно образование очага сочетается с массовым повреждением (поражением) леса. Часто площадь очагов может достигать многих сотен и даже тысяч гектаров, а иногда очаги распространяются на леса целых регионов.

Системы лесозащитных мероприятий разрабатывают в зональном разрезе, отдельно для каждой физико-географической зоны. В пределах зон их создают для отдельных лесорастительных и лесоэкономических районов, объединяющих относительно близкие по типам леса, условиям произрастания и характеру, и интенсивности лесопользования лесные массивы.



Система лесозащитных мероприятий включает: организованную службу надзора за появлением и массовым распространением вредителей и болезней; мероприятия по повышению биологической устойчивости насаждений; активные меры борьбы с вредителями и болезнями с использованием всех способов и средств защиты растений; экономическую и экологическую оценку результатов мероприятий до и после их применения.

На основании данных службы надзора составляют прогноз численности вредителей и болезней, позволяющий планировать активные меры борьбы, сроки и проводить определенные лесохозяйственные мероприятия.

Повышение биологической устойчивости насаждений достигается созданием условий, благоприятных для размножения и существования полезных организмов в лесах, повышением резистентности древостоя мелиорацией, применением удобрений или отбором устойчивых видов и форм деревьев и кустарников, созданием смешанных насаждений с участием древесных пород, препятствующих развитию главных видов вредителей и болезней.

Активные меры борьбы применяют при численности вредителей выше порога вредоносности на ограниченных площадях, и только в отдельных случаях они носят тотальный характер.

Сочетание систем лесозащитных мероприятий за весь период воспроизводства леса можно характеризовать как *режим лесозащиты* для данного лесного массива, лесорастительного района, ландшафтно-географической зоны. Его осуществляют на основе схемы ландшафтно-экологического районирования территории России, учитывающей вероятность возникновения и интенсивность действия очагов вредителей и болезней леса. Схему используют для дифференцирования территории лесного фонда страны по методам и техническим средствам лесопатологического надзора и других мероприятий защиты леса.

При разработке режимов лесозащиты для определенного района учитывают три порядка размерностей биогеоценотического покрова Земли: планетарный (физико-географические пояса, группы физико-географических областей, субконтиненты и континенты), региональный (природные зоны, подзоны, провинции) и топологический (округа, районы, местности, урочища).

При разработке режимов лесозащиты удобно пользоваться системой классификации лесов В.Н. Сукачева, построенной как классификация природных единств на основе присущих этим единствам обменов веществ и энергии, протекающих в биогеоценозах.

Леса нашей страны относят к термопериодическим, в которых глубокая пауза в годовом цикле биогеоценотического обмена вызвана сменой теплого периода холодным.

Это леса преимущественно умеренного и холодно-умеренного пояса. По продолжительности теплопаузы, количеству тепла и влаги, биологической продуктивности и скорости разложения органики их подразделяют на три класса:

1. Класс северных лесотундровых и северотаежных биогеоценозов с самым коротким периодом метаболизма и низкой продуктивностью.

2. Класс таежных биогеоценозов с удлиненным периодом активного метаболизма, большей его интенсивностью, более высокой продуктивностью и значительными запасами органического вещества в древесине.

3. Класс широколиственных биогеоценозов с самым длинным периодом активного метаболизма, высшей в данной группе классов продуктивностью и запасом органического вещества.

Класс таежных биогеоценозов в свою очередь делится на две группы формаций – вечнозеленую темнохвойную тайгу и летне-зеленую тайгу, которые подразделяют в зависимости от теплового, водно-воздушного и пищевого режимов, обусловленных положением в рельефе, геологическим сложением и характером почвенного покрова, на биогеоценотические формации разного типа.

На евроазиатском континенте в пределах Российской Федерации наземный геобиом (вследствие повышения температуры воздуха на 1,0-1,5° С каждые 3 градуса географической широты в направлении с севера на юг) делится на четыре биогеоценотические области - арктическую, лесную, степную и пустынную, а те – на биогеоценотические зоны, а в широтном направлении – на провинции. С учетом этого выделяют следующие биогеоценотические лесные зоны и провинции: в пределах Арктической области – лесотундровую зону с тремя провинциями – европейско-западно-сибирской, центрально-сибирской и беренгийской; в пределах лесной биогеоценотической области – хвойно-таежную зону вечнозеленой темнохвойной и листопадной светлохвойной тайги, лиственно-лесную зону хвойно-широколиственных, широколиственных или мелколиственных летне-зеленых лесов с шестью провинциями - европейско-западно-сибирской вечнозеленой, темнохвойной, средне- и восточно-сибирской летне-зеленой светлохвойной, южноохотской темнохвойной, европейской широколиственной, западно-сибирской мелколиственной и дальневосточной хвойно-широколиственной; в пределах степной области – лесостепную зону с восточноевропейской и западно-сибирской провинциями. Отдельно выделяют леса горных местностей, которые по типологическому составу биогеоценозов аналогичны (но не гомологичны) широтной зональности.

В пределах каждого подразделения имеются группы типов леса пород эдификаторов – еловых, пихтовых, кедровых, сосновых, дубовых и др., которые по комплексу разнообразных признаков делятся на типы биогеоценозов с присутствием им комплексами живых организмов, в том числе животных-фитофагов,

грибов-патогенов и микроорганизмов. Данные о структуре и составе сообществ должны лежать в основе разработки и построения режима ведения хозяйства в лесах, в том числе и режима лесозащиты.

Можно рассматривать также системы лесозащитных мероприятий и по отношению к отдельным видам, комплексам и экологическим группам вредных организмов. Они также включают все или почти все виды методов защиты леса и имеют зональную специфику. Примером могут служить стратегия защиты леса от восточного майского хруща в условиях степных сосновых посадок и северных регионов страны, специфические сроки и средства защиты посевов в питомниках от болезней на севере и юге лесной зоны и др.

## **2. 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 лесозащитных мероприятий, а также устанавливаются критерии для определения мероприятий по защите лесов.

**Лесозащитное районирование - вид специального природного районирования, главной отличительной особенностью которого является разделение лесной территории на части по принципу общности комплексов насекомых и болезней леса и их вредоносности,**

Основными задачами районирования являются классификация и картирование территории с учетом лесопатологической ситуации и соответствующих им 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 и относительная площадь очагов вредителей и болезней в долях от площади лесов зоны (региона) и их вредоносность.**

Например, известно, что зоной постоянных вспышек массового размножения 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 имеются территории с минимальной (раз в сто лет) и максимальной (ежегодной) встречаемостью очагов наиболее распространенных вредителей. Эти значения характеризуют угрозу (вероятность) возникновения очагов в каждом регионе. Учитывая устойчивость древесных пород к повреждениям, можно выделить от трех до пяти зон вредоносности, например, зоны незначительного вреда, периодического интенсивного и перманентного 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 вредоносность насекомых.

Очаги занимают **0,1 – 0,9 % покрытой лесом площади** в республиках Адыгея, Удмуртия, Ингушетия; Пермском крае, Кировской, Костромской, Московской, Брянской, Ивановской, Нижегородской, Калининградской, Рязанской областях.

Доля очагов составляет **от 1 до 9,9 % покрытой лесом площади** в республиках Мордовия, Башкортостан, Дагестан, Марий Эл, Татарстан, Чувашия, Чеченской, Северная Осетия, Кабардино-Балкария; Орловской, Тульской, Курской, Челябинской, Астраханской, Тамбовской, Самарской, Пензенской, Ульяновской, Оренбургской и Белгородской областях; Краснодарском крае.

Доля очагов **от 10 до 20 % покрытой лесом площади** – в Саратовской, Воронежской и Липецкой областях.

Наибольшее распространение очагов (**20 – 35 % покрытой лесом площади**) отмечено в Калмыкии, Ставропольском крае, Волгоградской и Ростовской областях.

Важным интегральным показателем для районирования являются объемы лесозащитных мероприятий по административным территориям России. В них косвенно учитываются многие показатели, характеризующие лесопатологическую ситуацию и эколого-экономические последствия проведения или не проведения защитных мероприятий.

Н.И. Лямцевым предложена следующая шкала балльной оценки показателей активности вредных организмов (табл. 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
Максимальная площадь очагов, га	$10^2-10^3$	$10^3-10^4$	$10^4-10^5$	$10^5-10^6$	$10^6-10^7$
Относительная площадь очагов, %	Менее 0,09	0,1-0,99	1,0-9,9	10-19,9	20 и более
Вероятность очагов	0,10-0,20	0,21-0,40	0,41-0,60	0,61-0,80	0,81-1,0

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 России, подтаежные, горно-лесостепные и степные леса Сибири. Насаждения имеют низкую биологическую устойчивость, большие площади монокультур. Они находятся в субоптимальных условиях произрастания, подвергаются постоянно интенсивному антропогенному воздействию и периодически 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 необходимо проводить на всех этапах выращивания лесных насаждений и в максимальном объеме. Система лесозащиты должна включать весь ассортимент мероприятий от профилактических до истребительных. В Сибири эколого-хозяйственные последствия градаций сибирского, соснового и лунчатого шелкопрядов, пихтовой пяденицы требуют проведения широкомасштабных истребительных мер с применением авиации, химических и биологических препаратов. Требуется эффективная система наземного лесопатологического мониторинга, проведение выборочных и сплошных санитарных рубок.

В зону **средней интенсивности лесозащитных мероприятий** входят хвойно-широколиственные и примыкающие к ним южно-таежные леса евро-

пейской России, горно-таежные, горно-черневые и южно-таежные равнинные леса Западной и Восточной Сибири, хвойно-широколиственные, в т.ч. кедрово-широколиственные и чернопихтово-широколиственные леса юго-востока Хабаровского и Приморского краев, южно-таежные 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. Градации насекомых вызывают здесь временное снижение продуктивности лесов. Значительная вредоносность может наблюдаться только в 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-экономические 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 северо-таежные леса Европейской России, Западной и Восточной Сибири; северо-таежные равнинные и горные леса Хабаровского края, Амурской и Магаданской областей, каменноберезовые леса Камчатской области. Лесозащитные мероприятия проводятся в локальных участках для ликвидации последствий повреждения насаждений пожарами и негативным антропогенным воздействием. Лесопатологический мониторинг следует проводить в основном дистанционными средствами.

Для регионов (республик, областей - субъектов 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 (Исаев, Рожков, Киселев, 1988). С учетом сказанного, а также интрозонального характера антропогенного воздействия на леса в пределах каждой лесозащитной зоны (округа) будут выделяться лесозащитные районы и более мелкие территориальные образования, характеризующие весь спектр лесозащитных мероприятий – от локального их применения до максимальной интенсивности. Естественно, что в зоне локального применения лесозащитных мероприятий пло-

щадь 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 лесозащитных мероприятий, а также устанавливаются критерии для определения мероприятий по защите лесов.

### **3. ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ И ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ**

#### **3.1. Общие сведения**

Целью лесопатологического обследования и лесопатологического мониторинга является сбор и анализ информации о санитарном состоянии лесов (размере и степени захламливания, 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 осуществления управления в области защиты лесов и обеспечения санитарной безопасности в лесах.

*Лесопатологическое обследование*—это 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 насаждениям и принимают решения о целесообразности осуществления лесозащитных мероприятий. Лесопатологическое обследование проводится дистанционными, наземными и комбинированными методами.

*Дистанционное обследование* чаще всего применяют в многолесных и малонаселенных регионах, информацию получают с помощью аэрофотосъемки или космических снимков. Составная часть дистанционного обследования – лесопатологическое дешифрирование снимков.

*Наземное экспедиционное лесопатологическое обследование* проводится в зоне интенсивного ведения лесного хозяйства, в особо ценных лесах и на охраняемые природных территориях, в лесах, обычно доступных для наземного транспорта. Его осуществляют выборочными методами, где выборкой служат 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 об особенностях развития и распространения большей части очагов болезней и их экологической характеристике. Во всех случаях под обследование назначают наиболее типичные для района работы лесные насаждения с преобладанием главных или наиболее ценных пород.

Обследование ведут рекогносцировочными и детальными методами, регламентируемыми специальной Инструкцией по лесопатологическому обследованию обращаясь к справочнику «Методы мониторинга в очагах вредителей и болезней», где подробно изложены необходимые приемы и рекомендации по их выполнению,

*Текущее оперативное лесопатологическое обследование* – это плановое мероприятие, осуществляемое специалистами лесного хозяйства с определенной очередностью в последовательно выбираемых для этой цели участках лесной территории, с целью проверки поступающих сигналов об усыхании и ослаблении насаждений, о появлении и распространении вредителей и болезней. Его целью может быть освидетельствование мест рубок главного пользования и оценка санитарного состояния вырубок. Оно проводится для оперативного контроля за состоянием лесов и для корректировки мест назначения санитарно-оздоровительных и других лесозащитных мероприятий. Этот вид обследования ведут наземными методами, но при необходимости для выявления 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 оно не может быть выполнено силами местных специалистов лесозащиты. Его 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 насаждениям 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 разных природных и лесоэкономических зон используют разные способы лесопатологического обследования: дистанционный, наземный и комбинированный.

Иногда в труднодоступных лесах применяют *комбинированное или авиадесантное лесопатологическое обследование*, когда после облета большой тер-



ритории выявляют участки леса, требующие детального обследования, 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 учеты и наблюдения.

*Лесопатологический мониторинг (ЛПМ)* является подсистемой 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, за 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 *лесоэнтомологический 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.

### **3.2. Оценка состояния насаждений при лесопатологических обследованиях и мониторинге**

Состояние деревьев и насаждений – это их качественная характеристика по комплексу показателей, отражающая соответствие характеризуемого объекта определенной норме.

*Категория состояния дерева* представляет собой интегральную оценку их состояния по комплексу визуальных признаков (густоте и цвету кроны, наличию и доле усохших ветвей в кроне, состоянию коры и др.) в баллах. Предусмотрено выделение 6 основных категорий состояния деревьев:

*1 – без признаков ослабления* – деревья с густой и зеленой кроной, с нормальным, для данной породы, возраста и условий местопроизрастания, приростом;

*2 – ослабленные* – деревья с хвоей и листвой светлее обычного, часто с изреженной или слабо ажурной 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 вредителями; у лиственных деревьев часто возможно появление водяных побегов на стволе и ветвях;

3 – *сильно ослабленные* – деревья со светло-зеленой, слабо-желтоватой 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 сокоотечение 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 сокоотечение 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 наличие 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, опали; 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 быть плодовые тела.

При необходимости кроме 6 основных категорий деревьев учитывают дополнительные: *суховершинные* – с усохшей вершиной, *ветровальные*, *буреломные* и др.

*Лесопатологическое состояние насаждений* характеризуется соотношением деревьев разных категорий состояния, степенью поврежденности (пора-

женности) 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 древостоя вредителями, болезнями и другими неблагоприятными факторами природного и антропогенного воздействия, сохранность или нарушенность лесной среды. Это позволяет отнести их к одному из 3 классов биологической устойчивости (жизнеспособности) насаждений, а в дальнейшем использовать эти данные при выборе лесозащитных мероприятий.

К *I классу (биологически устойчивым)* 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 (с нарушенной устойчивостью)* относят насаждения, где размер усыхания, в том числе текущий отпад, значительно превышает нормальный для данных возраста и условий произрастания, при этом средний диаметр отпада близок или выше среднего диаметра насаждения, 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 которых образуется редица; в этих насаждениях, как правило, назначаются сплошные санитарные рубки с последующим лесовосстановлением.

### **3.3. 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 учетов для контроля за появлением, распространением и развитием очагов вредителей, распространением болезней и состоянием леса в целях своевременного планирования и осуществления лесозащитных мероприятий. Надзор также выполняют 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 с последующей проверкой этих сигналов специалистами защиты леса.

Граждане и юридические лица, осуществляющие использование, охрану, защиту и воспроизводство лесов, в случае обнаружения погибших или поврежденных вредными организмами, иными природными и антропогенными воздействиями лесных насаждений обязаны в 5-дневный срок с даты обнаружения таких насаждений проинформировать об этом органы государственной власти или органы местного самоуправления, предоставившие лесные участки для использования или являющиеся заказчиками соответствующих работ по охране, защите, воспроизводству лесов (далее – заинтересованные органы). Эти органы при получении информации обязаны организовать лесопатологическое обследование с целью уточнения состояния лесных насаждений и учета численности и распространения вредных организмов. После получения информации о результатах лесопатологического обследования в 30-дневный срок определяют необходимые мероприятия по защите лесов.

*Специальный лесопатологический надзор* выполняют специалисты лесозащиты. Это система сбора, анализа и использования информации о вредителях и болезнях леса, о состоянии насаждений в их очагах с целью получения показателей для прогноза развития очагов, своевременного планирования и проведения лесозащитных мероприятий. Он устанавливается, как правило, за определенными объектами надзора, 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 также 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 для выбора мест последующего проведения детального надзора.

*Детальный* лесопатологический надзор ведётся преимущественно наземными методами на участках постоянного наблюдения. На них ежегодно или периодически проводят учет численности (плотности) популяций вредителей, анализ их структуры и жизнеспособности. Методы детального лесопатологического надзора разработаны применительно к разным группам и видам вредителей, они соответствуют их биологии и особенностям распространения в лесах. Информация детального надзора используется для оценки фазы развития очагов и динамики численности вредителей леса. На основании материалов де-

тального лесопатологического обзора даётся прогноз развития очагов, определяется угроза предстоящего повреждения лесов, их возможного ослабления и усыхания и принимается решение о целесообразности назначения лесозащитных мероприятий. Наиболее часто принимаемые показатели, характеризующие популяции лесных насекомых, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Плотность популяции	экологическая	число особей вредителей на единицу кормового субстрата – 100 г хвои или листвы, 1 дм <sup>2</sup> луба, 1 дм <sup>3</sup> древесины
	абсолютная	число особей на единицу площади (1 га, 1 м <sup>2</sup> )
	относительная	число особей на единицу учета (дерево, ветвь, лист, ловушку и т. д.)
Встречаемость	доля выборочных единиц учета (площадок, палеток, модельных ветвей и проч.) с вредителем от всей выборки	
Коэффициент размножения	соотношение между числом (плотностью) особей молодого поколения к числу (плотности) особей родителей	
Выживаемость	отношение числа выживших особей к числу отродившихся	
Смертность	величина, обратная выживаемости	
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	
Масса яиц, куколок, коконов, г		
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 относятся к очагам вредных организмов по результатам лесопатологического обследования или лесопатологического мониторинга.

Для решения вопроса о необходимости проведения мероприятий по локализации и ликвидации очагов вредных организмов осуществляется контрольное лесопатологическое обследование, по результатам которого принимается решение о целесообразности их проведения, сроках и объемах работ.

### 3.4. Прогноз динамики состояния лесов и очагов вредителей и болезней леса

По результатам специального лесопатологического надзора осуществляют *прогноз* – вероятностную оценку динамики численности вредителей, развития болезней леса, определение 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.

Сверхдолгосрочное (многолетнее) и долгосрочное прогнозирование основано на знании закономерностей динамики численности насекомых и развития болезней, особенностей биологии видов вредных организмов, взаимосвязей между живыми организмами и факторами среды. Необходимо при этом уделять внимание циклическим процессам в лесных экосистемах – периодически повторяющимся вспышкам массового размножения ряда насекомых-фитофагов, промысловых животных, смене растительных формаций, периодичности плодоношения и др. 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. Имеются два пути влияния солнечных агентов на экологические системы – прямой (через восприятие магнитного поля и космического излучения) и опосредствованный метеорологическими условиями.

Все эти и многие другие примеры долгосрочных прогнозов динамики популяций насекомых основаны на признании модифицирующего влияния климатических факторов на плотность популяции насекомых как через состояние

кормовых пород, так и прямым воздействием на выживаемость и смертность насекомых.

Принципы прогнозирования массовых размножений 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 в сочетании с показателем жесткости зимы. Ю.П. Кондаков при прогнозе массового размножения сибирского коконопряда использовал интегральный показатель засушливости (ИПЗ), выраженный в баллах. Этот показатель характеризует продолжительность засушливого периода и определяется как число засушливых триад (трехдекадных периодов) при  $ГТК < 1$  за период развития вредителя.

О.А. Катаев (1984) проанализировал связь роста численности короедов в ельниках европейской части СССР с периодами солнечной активности и изменяющимися в определенной последовательности после них погодными условиями.

Для долгосрочного прогнозирования динамики численности насекомых чаще всего используются 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 3 летних месяца (июнь, июль, август) и т. д.

*Гидротермический коэффициент* (ГТК) учитывает не только выпавшие осадки, но и температурный режим. Его вычисляют путем деления суммы осадков за 3 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 говорит об избыточном увлажнении, а менее 1 – о недостаточном.

ГТК можно определять для любого отрезка времени в пределах вегетационного периода.

*Относительный дефицит влажности* 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 2 лет подряд, по мнению Б.В. Флерова, говорит об угрозе массового размножения вредителей.

*Интегральный показатель засушливости (ИПЗ)* предложен для прогноза очагов сибирского коконопряда, но может быть использован и в других случаях. Он представляет собой отношение числа засушливых декад (Д) за период с температурой воздуха выше  $+10^{\circ}\text{C}$  к сумме гидротермических коэффициентов в июне и июле.

Величина ИПЗ, определяющая степень угрозы, в различных районах неодинакова. Поэтому для конкретных условий представляется целесообразным определять отклонение ИПЗ от установленного по материалам средних многолетних температур и осадков. Отклонение в большую сторону на 15–20 % свидетельствует о возникновении опасной ситуации.

С целью прогноза 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 повышения 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 (многолетнее) прогнозирование с использованием метеорологических показателей пока еще несовершенно. Оно помогает 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, характеризующейся обычно 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. Прогнозирование, в свою очередь, опирается на данные мониторинга лесных экосистем.

Для целей лесозащиты большее значение имеют ***краткосрочные методы прогноза*** – определение численности насекомых следующего поколения и угрозы предстоящего повреждения лесов. Большой вклад в развитие краткосрочных методов прогноза хвое- и листогрызущих насекомых внес А.И. Ильинский. 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 кормо-



вых норм. Таблица «критических чисел» А.И. Ильинского до сих пор используется в лесозащите.

Ф.Н. Семевский предложил свою формулу прогноза предстоящего повреждения в очагах хвое- и листогрызущих насекомых с учетом динамики смертности видов в процессе развития, уточненных кормовых норм и использованием данных об экологической плотности особей (количества личинок младшего возраста на 100 г зеленой массы хвои или листвы).

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. В устойчивых насаждениях эта вероятность для деревьев очень невелика (не более 0,001), но в очагах вредителей и болезней, на горяч, в техногенно нарушенных лесах и т. п. она возрастает.

В среднем одногодная вероятность усыхания в насаждениях с нарушенной устойчивостью у деревьев разных категорий колеблется: у деревьев 1-й категории – от 0,01 до 0,3; у 2-й – от 0,1 до 0,15, у 3-й она увеличивается до значений от 0,3 до 0,5, а у 4-й – от 0,6 до 0,8. Зная эти коэффициенты и используя данные о соотношении деревьев разных категорий в насаждениях, можно определить количество деревьев, которые могут усохнуть через год.

Динамику развития очагов вредителей леса целесообразно рассматривать отдельно, по разным экологическим группам. В наибольшей степени и прогноз разработан для группы хвое- и листогрызущих насекомых.

#### **4. 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, обеспечивающим их сохранность, исключая или уменьшающим возможность их повреждения и повышающим их устойчивость. Лесохозяйственные методы являются основой лесозащиты. Без технически грамотного их выполнения в лесах невозможно предупредить или локализовать очаги вредителей и болезней.

Лесохозяйственные методы включают следующие основные мероприятия:

- использование при лесоразведении здорового посевного и посадочного материалов и правильное хранение и транспортировка последнего;
- соблюдение правил агротехники в питомниках и культурах, 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, 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 и явно ослабленных деревьев;

– обоснованный выбор системы рубок главного пользования и сроков их осуществления (способов рубок, способов примыкания лесосек, направления и ширины лесосек), всемерное сокращение периметра опушек, применение современных мер ухода за лесом;

– контроль санитарного состояния леса и применение своевременных санитарно-оздоровительных мероприятий, входящих в Правила санитарной безопасности в лесах России.

**Санитарно-оздоровительными мероприятиями** являются вырубка погибших и поврежденных лесных насаждений, очистка лесов от захламления, загрязнения и иного негативного воздействия. При выявлении лесов, требующих проведения санитарно-оздоровительных мероприятий, которые не предусмотрены лесохозяйственным регламентом лесничества или лесопарка, а также проектом освоения лесов, указанные мероприятия планируются на основании материалов лесопатологического обследования. Выполнение Правил обеспечивает профилактику возникновения и развития очагов вредителей и болезней леса, сохранение биологической устойчивости и поддержание противопожарной безопасности лесов, способствует повышению их продуктивности и увеличению размера промежуточного пользования.

Санитарно-оздоровительные мероприятия в лесах, расположенных на землях особо охраняемых природных территорий, проводятся в соответствии с установленным для этих территорий режимом особой охраны, а также с учетом требований правил пожарной безопасности в лесах.

Погибшие и поврежденные лесные насаждения убирают выборочными или сплошными санитарными рубками. В насаждениях, сохраняющих высокую устойчивость и жизнеспособность, санитарно-оздоровительные мероприятия минимальны или не планируются. Назначение *выборочных санитарных рубок* обязательно в насаждениях с нарушенной устойчивостью. *Сплошные санитарные рубки* планируются и проводятся в насаждениях с утраченной устойчивостью. *Захламленность* устраняется при образовании массового ветровала и бурелома в результате негативного воздействия ветра, снега, вод (когда деревья

повалены или сломаны ветром, снегом, при подмывании водой). В первую очередь очистке подлежат лесные участки, где имеется опасность возникновения лесных пожаров и массового размножения стволовых вредителей.

Сплошные санитарные рубки лесных насаждений проводятся независимо от их возраста в тех случаях, когда выборочные санитарные рубки не могут обеспечить сохранение жизнеспособности лесных насаждений и выполнение ими полезных функций. При выборочных рубках и уходе за лесами в первую очередь вырубается 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 деревьев: сухих, ветровальных, буреломных и утративших жизнеспособность, служащих источниками инфекционных болезней, повышающих пожарную опасность.

Предусмотрено соблюдение санитарных правил по очистке лесосек, при хранении древесины в лесу и на складах, в погрузочных пунктах, при перевозке, подсочке и осмолподсочке леса и при пользовании лесом в культурно-оздоровительных и спортивных целях.

Для заготовки живицы не предоставляются лесные насаждения, расположенные в очагах вредных организмов, а также ослабленные и поврежденные насаждения. В лесных насаждениях, отведенных для заготовки живицы, до начала ее заготовки вырубается усыхающие и сухостойные деревья, проводится очистка мест рубок от порубочных остатков. Заготовку живицы, а также заготовку и сбор недревесных лесных ресурсов (коры деревьев и кустарников, хвороста, веточного корма, еловой, пихтовой и сосновой лапы, елей для новогодних праздников, лесной подстилки), заготовку пищевых лесных ресурсов допускается проводить способами, исключая возникновение очагов вредных организмов и усыхание деревьев.

При использовании лесов для рекреационных целей не допускается ухудшение санитарного и лесопатологического состояния лесов.

Использование лесов для строительства, реконструкции, эксплуатации линий электропередачи, линий связи, дорог, трубопроводов и других линейных объектов, выполнения работ по геологическому изучению недр, разработки месторождений полезных ископаемых, строительства и эксплуатации водохранилищ, иных искусственных водных объектов, гидротехнических сооружений, специализированных портов, переработки древесины и иных лесных ресурсов, а также для иных целей не должно ухудшать санитарное состояние лесов, расположенных на предоставленных гражданам и юридическим лицам лесных и прилегающих к ним 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 обеспечивается соблюдение требований 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:

- загрязнять почвы в результате нарушения установленных требований к обращению с пестицидами и агрохимикатами или иными опасными для здоровья людей и окружающей среды веществами и отходами производства и потребления и загрязнять леса промышленными и бытовыми отходами;

- не выполнять или несвоевременно выполнять работы по очистке лесосек, а также работы по приведению лесных участков, предоставленных гражданам или юридическим лицам, в состояние, пригодное для использования этих участков по целевому назначению, или работ по их рекультивации;

- пасти сельскохозяйственных животных на неогороженных лесных участках, предоставленных для ведения сельского хозяйства, без пастуха или без привязи;

- уничтожать (разорять) муравейники, гнезда, нора или другие места обитания животных;

- уничтожать либо повреждать мелиоративные системы, расположенные 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.

## 5. БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ЗАЩИТЫ ЛЕСА ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ

### 5.1. Общие сведения

Современная концепция защиты леса строится на принципах интегрированного управления численностью основных вредящих ему организмов. Интегрированные системы защиты (ИСЗ) включают в себя 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 отсутствие. 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 «DeAnimalibusInsectis», 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 сюда с других континентов 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 вредных растительноядных организмов 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. Многим в ту пору 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 методу химическому. Накопленный почти за сто лет опыт применения полезных членистоногих (главным образом, насекомых и клещей), казалось, никогда уже не будет востребован.

Однако, как это часто случалось в истории, пьянящее чувство победы над природой и здесь оказалось обманчивым. 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 минует его и 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 (метаболизма).

Открытие новых групп химических соединений, совершенствование практики применения пестицидов принципиально эту проблему не решали. Все чаще пестициды не давали ожидаемых результатов.

И вновь стал возрождаться интерес к альтернативным способам защиты растений в первую очередь к биологическому методу.

В настоящее время в странах Европы современные приемы земледелия и лесоразведения, основанные на максимальном использовании химических средств (пестицидов, мелиорантов, минеральных удобрений) уступают позиции так называемому «нехимическому, или органическому землепользованию». В его основу положено рациональное использование традиционных безопасных приемов: создание смешанных культур, использование сидератов (серой ольхи, многолетних люпинов), органических удобрений, постоянное проведение мероприятий по уходу. В области защиты растений – это применение природных средств избирательного действия (растительных экстрактов или их аналогов, обладающих пестицидными свойствами), а также разнообразных природных агентов, включая полезных членистоногих. Возрождается интерес к приобретенным во многих странах мира за прошедшее время подобным знаниям.

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 изучали полезную фауну и 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. Н. Ф. Мейером, Н. А. Теленгой, И. А. Рубцовым были разработаны основополагающие принципы биометода.

Биометод включает следующие направления.

**1. Сохранение энтомофагов (хищных и паразитических членистоногих), обитающих в лесных ценозах.**

**2. Привлечение энтомофагов в лесные ценозы.**

**3. Внутривидовые 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 (вирусов, грибов, бактерий, простейших, нематод).**

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 ее обитателей пребывают на низком, безвредном 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 способствует 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. Они 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. Новые средства биологической защиты и новые приемы их использования включаются в такие системы по мере их появления.

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 и биологической, всегда имеет региональный характер, разрабатываются применительно к конкретной климатогеографической зоне, к определенному типу ведения хозяйства.

## 5.2. Энтомофаги и их роль в динамике численности лесных вредителей

### 5.2.1. Общая характеристика энтомофагов

Энтомофаги – это насекомые, питающиеся насекомыми. По способу питания и образу жизни их разделяют на *хищников* и *паразитов*. Личинки хищников истребляют за свою жизнь 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, постоянных по способу питания хищников* могут быть отнесены многие представители семейства жуков – пестряков (Cleridae), часть из которых (например, виды рода *Thanasimus*) связаны в своем развитии преимущественно с жуками - короедами (Scolytidae), развивающимися в основном на хвойных породах деревьев; другие, личинки которых развиваются, как правило, под корой лиственных деревьев, например *Clerusmutillarius*, преимущественно связаны трофически в личиночной стадии с преимагинальными стадиями жуков – дровосеков и капюшонников; виды рода *Tillus*, особенно *T. elongatus*, развиваются обычно в подсохшей древесине, питаясь преимущественно жуками-точильщиками (Anobiidae), они также указаны как энтомофаги капюшонников (Bostrichidae). К числу облигатных хищников можно отнести также некоторых жуков – стафилинов, или коротконодкрылых, в частности обитателя ходов короедов *Zeteotomusscripticollis*; представителей жуков-щитовидок (Trogossitidae) из родов *Nemozoma* и *Temnochila*, а также жуков-карапузиков (Histeridae) из рода *Niponius*. К числу облигатных хищников



могут быть отнесены и личинки некоторых щелкунов (Elateridae), например, из родов *Lacon*, *Denticollis* и *Harminius*.

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 необходимо, как правило, питание животной пищей. К факультативным хищникам могут быть отнесены некоторые жуки-стафилины (Staphylinidae), например, личинки *Placusadepressa* 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. marseuli*, *E. pygmaea* и некоторые др.), а также *Pityophagus ferrugineus*; к этой же категории хищников можно отнести и личинок многих видов рода *Corticеus* из семейства жуков-чернотелок (Tenebrionidae); виды рода *Aulonium* из семейства жуков-узкотелок (Colydiidae).

Обитателями подкорового пространства и гнилой древесины являются также хищные личинки мух-древесинниц (сем. Xylophagidae) и бекасниц (сем. Rhagionidae). Живут под корой деревьев и поедают личинок короедов личинки некоторых видов мух-копьехвосток (сем. Lonchaeidae), мух зеленушек из рода *Medetera* (сем. Dolichopodidae).

Широко представлены жесткокрылые и среди открыто живущих хищников, среди них особенно известны хищные жужелицы и кокцинеллиды.

Хищные **жужелицы** (сем. Carabidae) питаются преимущественно гусеницами и куколками бабочек. Прожорливые, подвижные жужелицы-красотелы (род *Calosoma*) широко известны как истребители хвое- и листогрызущих насекомых. Большой и красивый жук зеленый красотел (*Calosomasycophanta*) распространен в широколиственных лесах лесостепной и степной зон, его личинки поедают гусениц и куколок непарного шелкопряда, златогузки и других чешуекрылых. Сходный образ жизни имеет малый лесной красотел (*C. inquisitor*). Он заходит значительно дальше на север и истребляет преимущественно гусениц листоверток и пядениц. В лесах встречаются также крупные жужелицы рода *Carabus*, питающиеся многими насекомыми. Некоторые из них (например, кавказская жужелица *Carabuscaucasicus*) редки и занесены в Красную книгу.

**Кокцинеллиды**, или тлевые коровки (сем. Coccinellidae), – очень прожорливые хищники, они питаются тлями, кокцидами и другими насекомыми из отряда равнокрылых. Надкрылья жуков-кокцинелл ярко окрашены и обычно покрыты разным числом пятен. Наиболее широко распространена кокцинелла семиточечная (*Coccinellaseptempunctata*). 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** (сем. Chrysopidae) из отряда Сетчатокрылые (Neuroptera) истребляют самых разнообразных вредителей, особенно тлей, червецов, паутинного клеща и других сосущих насекомых, а также яйца и молодых гусениц молей, листоверток и огневок. 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 сем. 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 (сем. Chamaemiidae) и журчалок (сем. Syrphidae).

Лесными хищниками являются **верблюдки** (отряд Raphidioptera). В хвойных лесах на стволах деревьев часто встречается тонкоусая верблюдка (*Raphidia ophiopsis*). Её личинки заползают в ходы короедов, особенно охотно уничтожают сосновых лубоедов, а также яйца подкорного соснового клопа, монашенки и др.

Наиболее значимую роль в лесу как хищные насекомые играют **лесные муравьи**.

### 5.2.2. Привлечение энтомофагов в лесные биоценозы

Неизбежным результатом химических обработок леса является значительное сокращение численности паразитических и хищных членистоногих. После прекращения обработок они далеко не сразу способны восстановить исходную свою плотность. Между тем существуют способы, которыми можно существенно ускорить этот процесс. Речь идет о привлечении в защищаемые биоценозы хищников и паразитов из окружающих, не подвергавшихся обработкам стадий.

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 и жаль, что так мало сейчас на него 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 хозяином, 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 даёт прекрасные результаты и обеспечивает надежную защиту леса. При санитарных рубках следует оставлять для этого дуплистые деревья. А там, где это невозможно, вывешивать 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. Хищные и паразитические насекомые благодаря кайромонам не только отыскивают своих жертв или хозяев, но и приспособливаются к их жизненным циклам. Кайромоны видоспецифичны. При поиске хозяина для некоторых перепончатокрылых паразитов важную роль играют кайромоны, которые содержатся 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 различные популяции жертвы. Так, хищники короеда *Ipsini* в условиях Калифорнии были способны отличать его популяции, заселявшие «местные» бревна сосен, от популяций, заселявших завезенный лесоматериал. Подобную же удивительную чувствительность проявлял и паразит короедов *Tomicobiatibialis*.

Сравнительно недавно стали получать синтетические кайромоны, начаты исследования по их практическому использованию с целью привлечения полезных насекомых и клещей в защищаемые биотопы.

Пока более доступны для этих целей 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 удастся привлечь не только дрожжевыми экстрактами. Они охотно слетаются на участки, которые опрыскивают искусственной падью (помимо сахарозы для этих целей подходят и

водные растворы любых иных углеводов). Хищники при этом в массе слетаются на обработанные участки для откладки яиц. 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 отказываться от химических обработок против сосущих и ряда листогрызущих вредителей.

Привлекаемые нектаром и пылью, 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 и не существует: в каждой зоне, для каждой конкретной цели следует избирать свой подход.

Привлечение энтомофагов таким методом давно и с успехом практикуется при защите сельскохозяйственных растений. Но все чаще его начинают применять и в лесном хозяйстве.

### **5.2.3. Внутриареальные переселения энтомофагов**

Под внутриареальным переселением энтомофагов понимают их массовые 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.

У нас в стране 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 численность последнего. Мера по внутриареальному переселению анастатуса может оказаться весьма эффективной и оказать существенное воздействие 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, напротив, возрастала. Энтомологи при этом не ограничивались лишь сбором в очаге зараженных особей вредителя, а разводили энтомофагов искусственно и затем выпускали там, где их плотность была еще низка.

#### **5.2.4. Применение классического биометода (интродукция и акклиматизация энтомофагов)**

Все чаще против лесных вредителей применяют интродуцированных их энтомофагов. Это мероприятие используется главным образом против адвентивных (чужеземных) вредителей леса и носит название **классического биометода**. Типичная программа применения этого метода включает следующие этапы:

- идентификацию вида-мишени и места его происхождения,
- рассмотрение всей информации о вредителе и его природных врагах,
- поиск природных врагов,
- оценку их эффективности как регуляторов численности вредителя в месте происхождения,
- изучение биологии наиболее эффективных природных врагов,
- интродукцию природных врагов и при необходимости их массовое разведение,
- карантинную обработку интродуцента, изучение пищевой специфичности в месте предполагаемого выпуска,
- выпуск природных врагов в новые условия обитания,
- мониторинг формирования и распространения популяции интродуцента,
- оценку успешности интродукции.

Классический биометод применяют чаще против адвентивных видов, которые в пределах своего нового ареала достигают высокой численности в силу отсутствия здесь специализированных врагов. Имеются примеры успешного использования метода и против аборигенных в данной местности видов (например, интродукция и акклиматизация в европейской части России из Северной Кореи паразита яиц непарного шелкопряда - *Ooencyrtus kuvanae*) (Ижевский, Волков, 2005).

### 5.2.5. 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 выпускаемых 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.

Методом сезонной колонизации или наводнения могут применяться как местные, так и интродуцированные энтомофаги. В обоих случаях возникает необходимость их предварительного массового разведения. Более других для этих целей подходят паразитические виды, разводить которых удастся на дешевом альтернативном корме. Одним из первых энтомофагов, для которого была разработана удачная методика разведения, явился яйцеед трихограмма. Трихограмму, которая способна 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.

## 5.3. Муравьи и методы их использования в лесном хозяйстве

### 5.3.1. Краткая характеристика муравьев и их роль в лесных экосистемах

Наибольшую роль в лесу, прежде всего как хищные насекомые, играют лесные **муравьи**, поэтому их образ жизни и огромная биоценотическая роль рассматриваются более подробно.

**Муравьи** (надсемейство *Formicidae*, семейство *Formicidae*) относятся к отряду перепончатокрылых насекомых (*Hymenoptera*). На настоящее время описано около 10000 видов муравьев, относящихся к 296 родам 15 подсемейств. Муравьи заселяют все континенты Земли, кроме Антарктиды. Наибольшее число видов муравьев обитает в Южной Америке – почти 2500. В Африке прописано около 2000, в Северной Америке – 1200 видов. В Азии обитают 2400, в Европе – 600, в Австралии и Океании – около 1300 видов муравь-

ев. 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, представляет муравьям несравнимые с другими природными сообществами условия для благополучного существования. Все виды муравьев с наиболее многочисленными семьями связаны с древесной растительностью. С лесом связано также и наибольшее разнообразие муравьев – по размеру и жизненным формам.

**Семья муравьев** состоит из особей трех основных каст – самцов, самок и рабочих.

*Самцы* муравьев развиваются из неоплодотворенных яиц. Они появляются в муравейнике обычно незадолго до брачного лета и после спаривания с самками погибают.

*Самки* и рабочие развиваются только из оплодотворенных яиц. 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 спермотеке 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 число *яйцекладущих самок* – от одной до нескольких сотен.

*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 до 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 участвуют в различных работах будучи мобилизованными активными фуражирами, либо выполняют однообразную задачу 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.

***Муравьи как энтомофаги.*** Для обеспечения своего многочисленного потомства белковой пищей муравьи ведут весь период выращивания расплода активную охоту. В число их жертв попадают самые различные беспозвоночные. Важным свойством муравьев как энтомофагов оказалась их *«реактивность на пищу»* – способность переключаться на массовые в конкретное время виды добычи. Во многом благодаря именно этому свойству муравьи стали эффективными защитниками леса от многих опасных хвое- и листогрызущих вредителей. При массовом размножении вредителя муравьи почти полностью переключаются на питание им, сохраняя древостои от потери прироста и усыхания. Для защиты леса от вредителей нужна высокая плотность поселения самих муравьев. Поэтому основной эффект как энтомофаги дают группа *F.rufa* и красногрудый песчаный муравей *F.imitans*, поселения которых могут включать миллионы и десятки миллионов особей.

***Трофобиоз с тлями.*** Подавляющую часть углеводной пищи муравьи получают от выделяющих сладкую падь сосущих насекомых – тлей, червецов, цикадок и др. Для лесных муравьев умеренной зоны эти насекомые являются единственным стабильным источником, обеспечивающим 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.



### 5.3.2. Методы использования лесных муравьев для защиты леса от хвое- и листогрызущих насекомых

Они заключаются в их охране и расселении в потенциальные очаги хвое- и листогрызущих насекомых путем переноса отводков из маточных муравейников, выявленных в насаждениях во время инвентаризации.

Искусственные переселения муравьев могут проводиться с разными целями:

а) вывоз муравейников со сплошных лесосек, из зон затопления и т.п., чтобы спасти их от последующей гибели;

б) стимулирующее донорство перенаселенных комплексов для активизации их роста и предотвращения стагнации;

в) содействие реколонизации муравьями ранее утраченных ими территорий после прекращения действия там губительных для муравьев средовых (в том числе антропогенных) факторов;

г) переселение в действующие очаги и резерваты листо- и хвоегрызущих вредителей леса;

д) заселение насаждений с целью повышения их биологической устойчивости и улучшения условий произрастания. Муравьи могут использоваться как самостоятельный фактор или как компонент ремиз в комплексно-очаговом методе 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 отводок. 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 исследуемого 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 отвечающих условиях нового места маточном комплексе.

Для использования в качестве маточных пригодны только активные, находящиеся в хорошем состоянии муравейники. 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.

Выявление комплексов маточных муравейников может быть произведено лесной охраной и дополнительно специальными обследованиями. Комплексы со значительным количеством гнезд (40—50 и более) подлежат детальному обследованию, которое необходимо проводить лесопатологам и инженерам 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. Измерение размеров гнезд проводится по 5-сантиметровой шкале.

Из муравейника допустимо изъятие не более  $\frac{1}{4}$  объема его купола. Соответственно из муравейника с куполом объемом  $0,4 \text{ м}^3$  можно взять один 100-литровый отводок, при объеме купола не менее  $0,8 \text{ м}^3$  – два, более  $1,2 \text{ м}^3$  – три отводка.

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 производится весной в период появления в гнезде теплового ядра. Второй способ имеет несколько адаптированных к разным фенологическим срокам вариантов донорства: а) на стадии теплового ядра; б) в период нахождения в гнезде куколок крылатых особей; в) после вылета крылатых из муравейника.

**Ранневесеннее переселение.** 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, яй-

ца 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.* Переселение проводят в первой половине мая, концентрация особей в гнезде ниже. В отводок попадают рабочие муравьи-имаго, куколочки половых особей, молодежь рабочих. В отводке могут оказаться поднявшиеся в купол самки, присутствие которых при данном способе необязательно. Отводки берут большого 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, требуемого для развития молодежи. Часть купола маточного муравейника, ограниченного 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 следует присыпать открытый внутренний конус гнезда материалом покровного 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 муравьев не требуется.

**Способы колонизации насаждений муравьями** могут быть различными.

*А. Равномерное распределение отводков по территории.* Гнезда располагаются в шахматном порядке через 50 м. Таким образом, на одном гектаре размещаются четыре муравейника, которых после того, как они подрастут, будет достаточно, чтобы защитить от вредителей 1 га хвойного леса. В дубравах, где плотность гнезд должна быть выше, используются 200-литровые отводки. Предусматривается обязательное усиление отводков в последующие 1-2 года куколками рабочих.

*В. Способ колонизационных центров.* Вокруг взрослого одиночного муравейника, за пределами его охраняемой территории, размещаются искусственные отводки того же вида. Вторичные гнезда обеспечиваются оплодотворенными самками из взрослого муравейника во время лета крылатых. Отводки усиливаются коконами рабочих с целью обеспечения их непрерывного роста. Отводки могут расти как одиночные или же образовать с взрослыми муравейниками колонии.

*Г. Групповой способ размещения отводков.* Отводки размещаются 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 последующих усиливаний. При этом способе теряет свою значимость объем отдельного отводка, поселяемого в группу. Мы можем переселить отводки разного объема, важен лишь суммарный объем группы отводков. Здесь равноценно поселение семи 100-литровых и четырнадцати 50-литровых отводков.

Все способы рассчитаны на то, что, укрепившись на территории, муравьи в дальнейшем процессе саморазвития будут расселяться естественным путем.

**Выбор мест и поселение 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 по освещенности места, водному режиму, наличию кормовой базы, присутствия видов-конкурентов.

**Освещенность.** Муравейник должен в течение нескольких часов в день освещаться солнцем. Это надо учитывать при размещении отводков, поселяя их на северных опушках или окраинах лесных полян и прогалин, вдоль просек, лесных дорог, тропинок и визиров, идущих с севера на юг, в разреженных группах деревьев. При обилии затеняющего место поселения подлеска (жимо-

лость, лещина и др.) необходимо произвести его частичное изреживание в южном от гнезда секторе. Не следует поселять отводки на склонах северной экспозиции более 10°.

*Водный режим.* В сырых насаждениях отводки размещают только по буграм и микроповышениям. Нельзя помещать гнезда в понижения, затапливаемые весенними водами.

*Кормовая база.* 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 разнополнотные участки леса также благоприятны для муравьев.

*Присутствие конкурирующих видов муравьев.* Нежелательно присутствие поблизости от отводков гнезд видов, конкурирующих с рыжими лесными муравьями: кроваво-красного муравья *Formica sanguinea*, муравьев-древоточцев *Camponotus*, эфирного муравья *Lasius fuliginosus*. Эти муравьи активно конкурируют с рыжими лесными муравьями и при поселении небольших отводков на своем кормовом участке нападают на переселенцев и вынуждают их менять место гнездования. При этом много муравьев гибнет, отводки оказываются ослабленными, что серьезно отражается на их дальнейшей жизнеспособности.

*Размещение у дерева.* 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.* Нередко основой естественного муравейника является старый сухой, источенный ходами усачей пень. Поэтому при наличии в насаждении таких пней 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 на кучи гниющих листьев.

*Подготовка мест для отводков.* Специальной подготовки места поселения отводка (вкапывание пней, выкапывание ямы, рыхление почвы, проделывание в ней вертикальных ходов и т.п.), как правило, не требуется. На подходящем по остальным характеристикам месте нежелательные, перечисленные выше растительные остатки, следует удалить.

*Поселение отводка.* Гнездовой материал с муравьями аккуратно высыпает на выбранном месте так, чтобы получился компактный купол высотой около 50 см. Случайно попавшие в материал отводка комья земли и корни растений при этом 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. Подкормка сахарным сиропом в день переселения нецелесообразна. Кормушки с сахарным сиропом можно выставить рядом с отводками через 3-5 дней, обязательно проконтролировав отсутствие на кормушках муравьев других видов.

При формировании отводка 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.

*Время переселения и погодные условия.* Переселение проводится 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.

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.

#### **5.4. Использование птиц и других позвоночных животных**

Охрана и привлечение птиц – эффективное лесозащитное мероприятие. Оно направлено главным образом на повышение биологической устойчивости насаждений и носит профилактический характер. Для ликвидации уже возникших очагов вредителей леса использование птиц вряд ли целесообразно, так как при высоком уровне численности насекомых численность птиц растёт несравненно медленнее.

Идея использования 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

гнездовой для истребления вредителей леса. Птицы-дуплогнездники привлекались в степные леса еще в конце XIX в., скворцов, синиц и других насекомоядных птиц охраняли в парках и садах и создавали в них условия для гнездования. Известные отечественные орнитологи разрабатывали теоретические основы прикладной орнитологии и принципы биологического контроля численности насекомых-фитофагов с помощью насекомоядных птиц как наиболее экологически безопасного метода защиты леса.

Жизнеобеспечение птичьего населения леса прежде всего зависит от степени сохранности естественной среды обитания птиц. Поэтому проводимые в лесу хозяйственные мероприятия должны опираться на знания биологических и экологических особенностей птиц. Для создания удобных мест гнездования при уходе за лесом и санитарных рубках 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 спасения от гибели и привлечения в определенные участки леса с повышенной плотностью вредителей.

Наиболее уязвимы для вредителей однопородные искусственно созданные насаждения. Формирование настоящей лесной среды с ярусной растительностью и становление богатого видами биоценоза в таких условиях – процесс длительный. Привлечь полезную орнитофауну в таких случаях можно путем посадки биогрупп подлесочных пород и кустарников, пригодных для гнездования открыто гнездящихся видов. Наиболее эффективны при этом колючие 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.

В настоящее время интерес к привлечению насекомоядных и хищных птиц для защиты леса переживает большой подъем. 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 важно проводить разъяснительную работу среди населения о полезной деятельности птиц, не допускать их истребления и разорения гнезд; соблюдать предосторожности при проведении любых лесохозяйственных меро-

приятый для максимальной сохранности удобных мест гнездования и самих гнезд птиц.

Млекопитающие также приносят большую пользу, уничтожая вредителей леса. Поэтому охрана их и создание условий для обитания необходимы. Охрана зверей включает ограничение охоты на наиболее полезных хищников и покровительство насекомоядным зверям – ежам, кротам, землеройкам, барсукам и особенно летучим мышам, гнездящимся часто большими колониями в старых дуплистых деревьях. Для привлечения летучих мышей устраивают искусственные гнездовья (дуплянки), изготовленные из однометровых 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.

### **5.5. Болезни лесных насекомых и использование их возбудителей для биологической защиты леса**

Насекомые, подобно другим животным, подвержены инфекционным болезням, возбудителями которых являются патогенные микроорганизмы: вирусы, бактерии, грибы, простейшие.

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 происходит постепенное отмирание насекомых, снижение плодовитости, нарушение физиологических функций. Острое протекание болезни происходит при высокой плотности популяции насекомых, когда возбудитель активно распространяется в очагах их массового размножения. Такой тип болезни называют эпизоотией (аналогично понятию «эпидемия» у животных и человека).

**Характеристика болезней лесных насекомых.** Инфекционные болезни играют большую роль в динамике численности лесных насекомых. Вспышки массового размножения лесных чешуекрылых и пилильщиков часто затухают в результате эпизоотий, вызванных энтомопатогенами.

Инфекционными болезнями в большинстве случаев поражаются личиночные фазы развития насекомых, при некоторых грибных инфекциях болезнь может развиваться и на других фазах (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 на молекулярно-генетическом аппарате в клетках хозяина. Вся многообразная группа вирусов выделена в самостоятельное царство *Vira*.

Среди лесных насекомых наиболее распространены и хорошо изучены вирусы, относящиеся к семейству *Baculoviridae*, – бакуловирусы, или палочковидные, вирионы, которые имеют 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.

Из вирусов, выделенных из погибших насекомых, готовят вирусные препараты для биологической борьбы с конкретными видами лесных вредителей. Вирин-НШ – против непарного шелкопряда, Вирин-диприон – против рыжего соснового пилильщика, Вирин-ГСШ – против сибирского шелкопряда и ряда других.

**Бактериальные болезни лесных насекомых.** Бактерии составляют наиболее многочисленную и распространенную группу микроорганизмов, связанных с насекомыми. Они представляют собой одноклеточные организмы, размножающиеся делением.

Энтомопатогенные бактерии относятся к различным таксономическим группам. Большинство бактерий, пригодных для микробиологической борьбы, относятся к порядку эубактерий (*Eubacteriales*) класса *Schizomycetes*. Энтомопатогенные бактерии этого порядка входят в семейства бациллы (*Bacillaceae* род *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 призна-

ков), **штамм** (это культура бактерий, выделенная из организма насекомого или из внешней среды).

Бактерия *Bacillus thuringiensis* обладает широким спектром патогенности по отношению к чешуекрылым и является в настоящее время основным средством микробиологической борьбы с ними в лесах многих стран мира.

**Грибные болезни лесных насекомых.** Многие виды грибов являются возбудителями заболеваний насекомых, клещей и других членистоногих. Число энтомопатогенных грибов в настоящее время превышает несколько сотен видов. Грибы широко распространены в лесных биотопах и играют значительную роль в динамике численности вредителей леса.

Важной особенностью многих видов паразитических грибов является проникновение их в плоть тела насекомого непосредственно через кожные покровы с помощью выделяемых ими различных ферментов (в частности хитиназы). Грибы могут заражать насекомых не только в фазе личинок, но так же успешно в фазе куколок и имаго.

Зараженных грибами насекомых легко заметить, так как поверхность их тела часто бывает густо покрыта мицелием.

Наиболее распространенные грибные болезни лесных насекомых – энтомофторозы и мюскардинозы. При определенных условиях среды они способны вызывать эпизоотии и резко снижать численность вредителей леса.

**Болезни, вызываемые простейшими.** Тип простейшие *Protozoa* – древние одноклеточные организмы со сложным циклом развития и размножения. Многие простейшие в процессе эволюции приспособились к жизни внутри организма насекомых как симбионты или паразиты. В настоящее время известно более 1500 видов простейших, паразитирующих в теле насекомых разных отрядов и вызывающих заболевания разной степени тяжести.

**Биопрепараты на основе микроорганизмов и технология их применения.** Биологические препараты – это биологические средства борьбы с вредителями и возбудителями болезней растений, активными ингредиентами которых являются микроорганизмы или их метоболиты.

Основным источником получения исходных штаммов микроорганизмов является 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, выделяют в чистую культуру, которую используют для массового размножения и приготовления препаратов.

**Характеристика бактериальных препаратов.** Практически все отечественные и зарубежные препараты готовят на основе многочисленных культур

кристаллоносной бактерии *Bacillus thuringiensis*. Культуры различают по вирулентности к насекомым, и они обладают стойкими индивидуальными свойствами.

Наиболее известными современными биопрепаратами являются **ленидоцид** и его **препаративные формы, битоксибациллин, бикол**. В 60 – 90 гг. 20 столетия выпускались отечественные бактериальные препараты в виде смачивающихся порошков – дендробациллин, инсектин (для борьбы с сибирским шелкопрядом), гомелин – против соснового шелкопряда, энтобактерин – против пядениц и листоверток.

Среди новых препаратов, разрешенных к применению в лесу, выпускаются препараты биологического синтеза, представляющие собой комплекс продуктов жизнедеятельности живых организмов: **фитоверм КЭ**. Он рекомендован для борьбы с шелкопрядами, листовертками, молями, совками и клещами листовенных пород, **битиплекс**. Разрешен для применения в лесу против листоверток, шелкопрядов, пилильщиков.

В РФ для борьбы с вредителями леса применяют некоторые бактериальные препараты зарубежного производства. Например, **дипел** в России применяется против сибирского коконопряда.

**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 и разработки для них рецептур искусственного питательного корма. Нарботка вирусных препаратов на насекомых, взятых непосредственно из природы, не гарантирует чистоту продукции.

В нашей стране для биологической борьбы с лесными вредителями разработано 5 вирусных препаратов на основе бакуловирусов, вызывающих ядерные полиэдросы общего и кишечного типа и гранулезы. Эти препараты обладают исключительной видоспецифичностью, их действие направлено на одного вредителя, что отражено в названии препарата.

**Вирин НШ** предназначен для борьбы с гусеницами непарного шелкопряда. Представляет собой суспензию полиэдров в 30 %-м глицерине. Применяют для обработки кладок яиц, для создания микроочагов инфекции. Отрождающиеся из отработанных кладок гусеницы заражаются и разносят инфекцию в насаждении. В очагах непарного шелкопряда обрабатывается путем смачивания суспензией 10 – 20% кладок. Норма расхода 0,0002 – 0,002 л препарата на одну кладку. При авиационном опрыскивании насаждений против гусениц 2 – 3 возраста 0,025 л/га.

**Вирин-диприон** предназначен для борьбы с личинками рыжего соснового пилильщика. Норма расхода 0,01 – 0,004 л/га при авиационном опрыскивании сосновых насаждений.

**Вирин-ГСШ** разработан на основе вируса гранулеза сибирского шелкопряда. Норма расхода 0,2 – 0,3 кг/га при авиационной обработке.

**Вирин-ПШМ** – против гусениц 1 – 2 возраста шелкопряда монашенки. Рекомендован для авиационной обработки.

**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. Наиболее широко используются препараты **боверин** и **вертициллин**.

**Боверин** применяют для борьбы с почвообитающими (хрущи, шелкоуны, медведки и др.) насекомыми, диапаузирующими в лесной подстилке (сосновый подкорный клоп, гусеницы соснового и сибирского шелкопрядов, куколки некоторых совок и пядениц, лунки серебристой и др.) и с насекомыми в закрытом грунте. Норма расхода по препарату 1 – 2 кг/га.

**Вертициллин** широко используют против сосущих вредителей (тли, трипсы, белокрылки) в защищенном грунте.

## 6. ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ЛЕСА

### 6.1. 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 большой универсальностью, их можно применять против большинства вредителей и болезней леса на разных эколого-производственных лесных объектах, в том числе в питомниках, в лесах, в 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 широкое применение он имеет и в современный период.

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 пести-

цидов, 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 ведутся интенсивные химические обработки 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 способны передаваться по цепям питания, они обладают кумулятивным эффектом, накапливаясь в живых организмах и в окружающей среде.

Химические вещества, используемые для защиты растений, называются *пестицидами* (лат. *pestis* — зараза, разрушение, *cide*—убивать). Пестициды классифицируются по химическому составу, объектам применения, а также по характеру действия и способам проникновения в организм.

Пестициды обладают свойствами, которые усиливают их отрицательное воздействие на окружающую среду. Технология применения пестицидов предполагает их прямое попадание 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, попадая из почвы в воду, из воды в планктон, затем в организм рыбы и человека или из воздуха и почвы — в растения, организм 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 последствия действия пестицидов вследствие их миграции в окружающей среде на большие расстояния.

По мере развития науки и производства происходит постепенное изменение стратегии применения пестицидов, изыскиваются наименее опасные химические вещества избирательного действия, быстро разрушающиеся в окружающей среде, совершенствуются методы и способы применения пестицидов и используемые механизмы, 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. Ве-

дуются 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 защиты растений недостаточны или малоэффективны. Они 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.

## 6.2. Классификация пестицидов и их токсичность

По объектам применения пестициды подразделяют на следующие группы: инсектициды (*insectum* – насекомое) – для борьбы с насекомыми; акарициды (*acarus* – клещ) – для борьбы с клещами; инсектоакарициды – для защиты растений одновременно от вредных насекомых и клещей; овициды (*ovum* – яйцо) – для уничтожения яиц вредных насекомых и клещей; ларвициды (*larva* – личинка) – для уничтожения личинок насекомых и клещей; моллюскициды – для борьбы с моллюсками; нематоциды (*nematodes* – круглые черви, фитогельминты) – для борьбы с вредными нематодами; родентициды (зооциды) – для борьбы с вредными грызунами; фунгициды (*fungus* – гриб) – для борьбы с грибными заболеваниями; бактерициды (*bacteria* – бактерия) – для борьбы с бактериями; антисептики (*ant* – против, *septicus* – вызывающий гниение) – для борьбы с гнилями древесины; гербициды (*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; хемостериланты – 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 (ртуть, медь, сера, фтор, барий и т. д.); органические соединения (хлорорганические, фосфорорганические соединения, синтетиче-

ские 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. Отравление какого-либо фермента, 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, вызывающие гибель насекомых при контакте с ними, проникая через кожные покровы; *системные* способны проникать в растения, перемещаться в их тканях и вызывать гибель вредителей при питании соками и тканями растений, *фумиганты* вызывают гибель вредителей, проникая через 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 определенное отмирание эпителиального слоя средней кишки и нарушение работы ферментативных систем. Затем яд поступает в гемолимфу и вызывает общее отравление организма.

Контактное отравление насекомых происходит различными путями. Чаще всего инсектицид, проникая через кожные покровы, ассимилируется жировой тканью и распространяется далее с током гемолимфы, достигая нервной системы.

Поступая в организм, инсектицид может подвергаться различным изменениям и превращаться в еще более токсичные продукты или терять 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 бывает различной и сопровождается нарушением обмена веществ. В организме уменьшается количество воды, жиров, белковых веществ, происходит деформация жирового тела, разрушаются форменные элементы гемолимфы.

Под действием инсектицидов может меняться окраска насекомых; их гибели иногда предшествует потеря в весе. Инсектицид при небольших дозах 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 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, она может закрепиться в поколениях и стать устойчивым наследственным признаком.

Способность пестицидов оказывать токсическое (отравляющее) воздействие на растение называют *фитотоксичностью*. Она проявляется при неправильном применении пестицидов, когда завышаются допустимые концентрации или нарушается технология обработки растений. При этом пестициды могут вызвать повреждение защищаемых древесных пород, а также соседних с ними деревьев и подлеска. 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, оказывающее влияние на весь организм. Если пестицид распространяется медленно и локализуется в местах проникновения в растения, он оказывает местное действие. Оно чаще всего проявляется в виде ожогов листьев, на которых возникают бурые и коричневые пятна. Ожигающее действие пестицидов обусловлено ионами 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 могут оказывать 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. Пестицид по возможности должен быть малотоксичным для растений, но сильно действующим на вредный организм. Пригодность препарата характери-



зуется 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 другими компонентами клеток, другие подвергаются метаболизму и выводятся из организма. В больших количествах пестициды накапливаются в печени, почках, сердце. Процессы метаболизма наиболее активно происходят 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 гемоглобина, возникают изменения морфологического состава крови. Некоторые инсектициды вызывают кожные заболевания, действуют на органы дыхания, стимулируют образование опухолей, вызывают нежелательные мутации, нарушают процесс 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 воздействии 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 – ЛД<sub>50</sub> – до 50 мг/кг;
- высокотоксичные – ЛД<sub>50</sub> – от 50 до 200 мг/кг;
- среднетоксичные – ЛД<sub>50</sub> – от 200 до 1000 мг/кг;
- малотоксичные – ЛД<sub>50</sub> – более 1000 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, способности накапливаться в организме, по стойкости сохранения в почве, по 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 то наименьшее количество вещества, которое вызывает измене-

ния в организме, определяемые наиболее чувствительными биохимическими и физиологическими тестами при отсутствии внешних признаков отравления животного.

В практике о токсичности пестицидов судят по усредненной характеристике, чаще всего по дозам, вызывающим 50 %-ый эффект, – *среднелетальным дозам* (ЛД<sub>50</sub>). Токсичность зависит от целого ряда факторов, главнейшими из них являются свойства самих пестицидов, биологические особенности живых организмов, против которых они применяются, и влияние внешних условий. 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 увеличивают удерживаемость яда 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 токсичность которых с повышением температуры снижается, – к пестицидам 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 оказывают большое влияние и анатомо-морфологические особенности вредителей. Например, взрослые особи щитовок, защищенные восковым щитком, не погибают после обработки контактными инсектицидами, против них эффективны лишь системные пестициды.

В разных фазах развития организм насекомого неодинаково воспринимает воздействие яда. Во многих случаях фазы яйца и куколки устойчивее личи-

нок и взрослых насекомых, но некоторые пестициды действуют преимущественно на яйца насекомых.

Ежегодно утверждается и доводится до сведения потребителей и специалистов защиты растений межведомственной комиссией, в которую входят кроме специалистов токсикологи, экологи, специалисты водного хозяйства и здравоохранения, *Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации*. В нем приводится перечень инсектицидов и акарицидов, наименование препаративной формы, указания изготовителей, нормы расходов препаратов и их концентрации, объект, против которого они используются, и ограничения по пользованию территорией, на которых они применялись.

### 6.3. 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 вещества, которые не изменяют химических свойств пестицида: тальк, пирофилит, мел, каолин, трепел, силикагель и различные глины. 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 (ингредиенты). 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. В состав смачивающихся порошков наряду с действующим веществом и наполнителем входят поверхностно-активные вещества и прилипатели. Обычно смачивающиеся порошки содержат 30–80 % действующего вещества, 15–60 % наполнителя, 2–4 % поверхностно-активного вещества и прилипателя. Смачивающиеся порошки часто используют для приготовления

водных суспензий, представляющих 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) и грануляцией порошковидных препаратов. Такие препараты вносят в почву для борьбы с почвообитающими вредными насекомыми, 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 устойчивые, 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 смачивающейся поверхностью листьев, так как снижают поверхностное натяжение. Поверхностно-активные вещества увеличивают вязкость раствора и уменьшают испарение капель. В результате увеличивается продолжительность контакта с поверхностью растений. 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 – по химическому составу 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 дает 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 (дустах, растворах, суспензиях, эмульсиях) 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 к массе пестицида (действующего вещества), например 3%-ный раствор фтористого натрия (30 г на 1 л воды). Однако в практике нередко под концентрацией понимают содержание не действующего вещества, а исходного продукта (препарата), из которого готовится рабочий раствор. Например, 5 %-ная эмульсия 8 %-ного 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 экономически выгодным. Стандарты пестицидов предусматривают точное название пестицида, состав, содержание действующего химического вещества, наполнителей, тонины помола для дуфов и смачивающихся порошков, влажность, способы отбора проб для анализа; в них указаны также вид упаковки, условия и срок хранения, технические условия на изготовление пестицида.

#### **6.4. 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 и 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 *круп-*

*нокапельное* (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 применяются лишь наземным способом 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 различают *малообъемное* и *ультрамалообъемное* мелкокапельное опрыскивание.

*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 применяется.

*Ультрамалообъемное* опрыскивание (УМО) производится 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, уменьшает 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, пильщики) и 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 работы, улучшается равномерность покрытия поверхностей жидкостью и прилипаемость. Однако возникают затруднения в управлении аэрозолями, так как обычно туман подвергается воздействию воздушных токов и разносится ими.

*Опыливание* в прошлом применялось достаточно широко против открыто живущих вредителей леса в их очагах. В настоящее время оно имеет ограниченное применение и используется в основном для защиты корневых систем саженцев от вредителей перед их посадкой.

*Интоксикация растений* – обработка крон деревьев инсектицидами внутрирастительного действия, которые внедряясь в ткани и соки растения и рас-

пространяясь по его сосудистой системе, делают его ядовитым для вредителей. Этим методом пользуются для борьбы с сосущими и скрытно живущими насекомыми.

*Фумигация* – использование летучих веществ, способных проникать в скважины почвы или распространяться в воздушной среде закрытых помещений или внутри тары для хранения семян. Фумигация производится для протравливания почвы, складов и семеновохранилищ. Своеобразным методом фумигации является введение инсектицидов в ходы стволовых вредителей.

Для внесения в почву используют порошковидные или гранулированные препараты. На больших площадях применяют гербицидно-аммиачные машины ГАН-8, ГАН-15 или специально оборудованные культиваторы, инсектициды при этом вносят сплошным или ленточным способом.

*Отравленные приманки* – применение инсектицидов вместе с приманочным кормом или материалом для приманочного укрытия. Для приготовления приманок используют преимущественно препараты кишечного действия и кормовые средства, которые хорошо поедают грызуны и обитающие в почве или на её 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 её поверхностная обработка. Выбор способов и средств антисептирования зависит от свойств антисептика, назначения сооружений, местонахождения защищаемых конструкций, влажности древесины, наличия соответствующего оборудования и других условий.

## 7. АВИАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ОЧАГОВ ВРЕДИТЕЛЕЙ ЛЕСА

Для защиты леса от насекомых на больших площадях применяют опрыскиватели, установленные на самолетах и вертолетах. Применяют самолеты Ан-2 и вертолеты Ка-26, а также специализированные самолеты сельскохозяйственного назначения Ан-2М, М-15 и вертолеты Ми-1, Ми-2. В горных условиях очаги вредных насекомых обрабатывают 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. Рекомендуется также применение авиационного метода для защиты урожая шишек и желудей, уничтожения кормящихся жуков майского хруща и стволовых вредителей во время их дополнительного питания в кронах, защиты сосновых культур от подкорного клопа и др.

При авиационной защите леса против 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 м<sup>3</sup> 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 требуется. 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 препара-



тов готовят не ранее чем за 2 ч до обработки. Для этого, а также для заправки опрыскивателя используют передвижные или стационарные заправочные агрегаты.

Самолеты загружают рабочими жидкостями с помощью мотопомп различных марок, передвижных и стационарных загрузочных устройств и других агрегатов.

Календарные сроки обработок очагов вредных насекомых устанавливают 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 высокой эффективности снижения численности популяций установленные сроки обработки насаждений должны строго выдерживаться. Борьбу с вредителями проводят 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 летного состава. Резко снижают действие 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 химическими работами в гражданской авиации России, подразделения которой на договорных началах выполняют все работы на территории лесных предприятий. Нормативы по авиазащите лесов приведены в специальной инструкции.

Проведению авиаобработок 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 её разбиение на рабочие участки; обосновывают выбор инсектицида или био-

препарата и нормы их расхода, способы сигнализации, сроки работ и требуемое число самолетов (вертолетов); приводят описание участка, выбранного 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 устраивают 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 разработаны и применяются современные навигационные приборы, позволяющие значительно сократить средства наземной сигнализации и обойтись их минимумом.

Авиационную обработку отдельных участков производят чаще всего челночным способом. При этом обрабатываемый 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 используются все виды наземной створной сигнализации и их сочетания: постоянные и переменные сигнальные флаги, шары-пилоты, дымовые шашки и костры, сигнальные ракеты. Организация двусторонней радиосвязи и подача по радиокомандам пилота сигнальных ракет обеспечивают надежное высокое качество авиаопрыскивания лесонасаждений.

Авиационные работы выполняют с бреющих 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 инсектицидов на кроны деревьев. Затем работы продолжаются в вечерние часы. Опрыскивание производится 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 глав-

ным образом от расстояния посадочных площадок до обрабатываемых участков, нормы расхода инсектицида и числа полетов.

Сроки обработки устанавливаются в соответствии с биологией вредителя и уточняются в связи с особенностями погоды. Если обработанные участки попадают в полосу дождя в течение 3-6 ч после обработки, ее нужно повторить.

Установку авиаопрыскивателя на необходимый секундный выпуск, соответствующий заданной норме расхода инсектицидов (в кг или л на 1 га), производит летный состав.

Учет эффективности авиационной обработки проводят различными методами. Самый точный, но трудоемкий – это 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. Площадка с краев обносится канавкой, чтобы насекомые не расползались. 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

$$E = \frac{(D - P)}{D * 100},$$

где E – процент смертности; D – число гусениц до обработки; P – 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 м<sup>2</sup>. 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.

При применении биопрепаратов не следует ожидать моментального эффекта, как при химической борьбе, так как эффект от их применения 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, 5 и 10-й день.

**Фактическая смертность** вычисляется по смертности гусениц в обработанном насаждении с поправкой на контроль,

$$P = (P_0 - C) \frac{(P_0 - C)}{(100 - C)}$$

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 можно взять в лабораторию 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 приближенный показатель фактической смертности вредителя.

## 8. КАРАНТИННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

### 8.1. 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 стремятся защитить себя от вторжения (инвазии) опасных чужеземных организмов. Для этого создаются национальные службы карантина растений.

В России деятельность Службы карантина растений осуществляется на основе Федерального закона «О карантине растений», принятом в 2000 г. В соответствии со статьей 1 (глава I) «целью Федерального закона является обеспечение охраны растений и продукции растительного происхождения от каран-

тинных 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 причинить 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 него и чужеземные растения, имеющие статус ядовитых или сорных.

Перечень носит характер подзаконного акта. В соответствии с ним осуществляется вся деятельность национальной Службы карантина растений (Россельхознадзор).

Во всех местах пересечения государственной границы проводится *карантинный досмотр* (контроль) ввозимой продукции, с которой нежелательные объекты могут быть занесены в страну. Внутри страны с целью 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 составляющие части: *внешний* и *внутренний*.

*Внешний карантин* направлен на защиту растительных ресурсов страны от ввоза с импортной продукцией отсутствующих карантинных и других, особо выделенных 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

распространяются и на внутрироссийские перевозки растительных грузов и материалов с целью не допустить распространение за пределы естественных ареалов эндемичных опасных объектов. К таким для европейской части страны 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 (*Monochamusnitens*) (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 накладывается карантин (запрещается или ограничивается ввоз и вывоз любой подкарантинной продукции), заселенные растения обрабатываются пестицидами. Если предпринятые меры оказываются безрезультатными, 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, продукцию из древесины и пр.) региональной организацией карантина растений выдается *фитосанитарный сертификат* (ФС). Этот документ удостоверяет карантинное состояние продукции, определяет ее маршрут, условия перевозки и использования, а также характер упаковки и тары, в котором 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 (наименование которых перечисляется). 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.

## **8.2. Лесной карантин**

Бурный рост объемов экспорта и импорта древесины вынудил национальные службы карантина растений помимо вредителей сельскохозяйственных культур обратить внимание и на вредителей леса. Россия – одна из богатейших стран мира по лесным ресурсам и один из крупнейших экспортеров лесопродукции на международном рынке. Древесина, заготовленная в нашей стране, 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 отсутствующих на нашей территории древоядных видов беспозвоночных.

Карантинному досмотру теперь подвергается не только сельскохозяйственная, но и 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 не окоренные, распиленные или расколотые;
- деревянные изделия (деревянные строительные материалы, паркет, листы фанеры и шпон, рамы);
- древесная масса, щепа, 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 ней карантинных объектов, она пропускается внутрь страны. В случае обнаружения в/на ней карантинных объектов подкарантинная продукция подвергается обеззараживанию (фумигации, термообработке, обработке пестицидом и пр.), может быть возвращена

экспортеру или уничтожена. При необходимости выявить скрытую зараженность импортируемых растений до реализации они размещаются в карантинном питомнике. Здесь их выдерживают установленное правилами время, 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 быть направлены на фитосанитарный контроль импортируемой лесной продукции в большей мере на юге страны, чем на севере.

Одной из важнейших задач Службы карантина растений является прогнозирование вероятности инвазий чужеземных вредных организмов. Для видов, проникших на защищаемую территорию, составляется прогноз возможного распространения, прогнозируется экологический и экономический ущерб.



## 9. 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 вручную. Они имеют ограниченное распространение и применяются чаще всего на небольших площадях, где нецелесообразны другие методы борьбы.

Против насекомых наиболее распространены следующие физические и механические приемы: 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); 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. Отравленные 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. Накладку клеевых колец применяют против гусениц бабочек, бескрылых самок и подкорного клопа, вползающих 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 вырубков. 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. Светоловушки в зависимости от устройства улавливающего аппарата бывают конические, засасывающие и с убивающим устройством.

## 10. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРОМОНОВ В ЗАЩИТЕ ЛЕСА

Феромоны (греч. *pherien* –переносить и *horman* – возбуждать) представляют собой химические вещества, с помощью которых насекомые осуществляют передачу информации особям своего вида (хемокоммуникацию). Они относятся к привлекающим веществам – аттрактантам (лат. *Attractio* – притяжение), пары которых, достигая определенных рецепторов, вызывают соответствующую реакцию насекомых. По своему 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, обеспечивая маркировку гнезд, способствуя скоплению особей одного вида, указывая направление к кормовым объектам, обеспечивая встречу полов. Существуют феромоны следа (муравьи, термиты), жилья (муравьи, пчелы), тревоги, феромоны, привлекающие к спариванию (половые) и феромоны, привлекающие особей обоего пола к освоению кормового растения – агрегационные феромоны. Последние помогают популяции насекомых занять наиболее вы-

годный для размножения субстрат, место укрытия или зимовки, преодолеть сопротивление растения и способствовать встрече половых партнеров.

Феромоны являются продуктами сложных биокаталитических окислительно-восстановительных реакций, протекающих в клетках гиподермы феромонной железы. Это смесь нескольких веществ, их количество может достигать 18. Основным качеством феромонов является специфичность – они способны привлекать особей только своего вида, не затрагивая другие, в том числе энтомофагов. Эта селективность особенно важна для сохранения полезных насекомых, ведь традиционные пестициды, как правило, не селективны и могут воздействовать на многие виды – вредные и полезные, целевые и нецелевые.

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 теплокровным, птицам, рыбам и растениям крайне низка в сравнении с обычными пестицидами. Являясь продуктами природного происхождения, они выделяются насекомыми в нанограммовых количествах, а воспринимаются особью в количестве нескольких молекул. 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. Источниками половых феромонов являются 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. Исключением являются некоторые огневки, у которых для производства феромона служат крыловые железы самцов.

Когда наступает период лёта, самка выставляет феромонную железу, с помощью которой испускается 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, по мере приближения к самке и увеличения концентрации компонентов он превращается в направленный. 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.

Доступными для использования в защите растений феромоны стали 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 (листоверток, волнянок, коконопрядов и др.), некоторых жесткокрылых (короедов, долгоносиков и др.), перепончатокрылых и др. Феромонная коммуникация, по данным А.В. Скиркявичюса, выявлена у представителей 12 отрядов насекомых.

В защите растений используются синтетические аналоги феромонов насекомых. Для этого разными методами выделяют и изучают природные. Наиболее эффективным методом является сбор феромона из воздуха над живыми девственными самками насекомых в момент его выделения. Другим – экстракция органическим растворителем целого насекомого или отдельных частей его тела. В качестве растворителя чаще всего используют гексан или хлористый метилен. Само насекомое может выделять феромон в нанограммовых количествах. Именно крайне малое количество вещества является одной из основных проблем при выделении и идентификации феромонов. Ранее эта проблема обычно решалась накоплением большого количества биоматериала, в настоящее время благодаря развитию техники микроанализа, особенно – хроматомасс-спектрометрии и масс-фрагментографии, возможна детальная идентификация феромона с использованием экстракта, полученного от нескольких десятков особей.

После идентификации состава феромонов насекомых 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. Нарботка синтетического феромона не требует создания крупных производств, так как при их практическом применении используется от не-

скольких микрограммов до нескольких миллиграммов, максимум нескольких десятков граммов активного вещества на гектар. Поэтому для их синтеза не нужно строить крупные предприятия, обычно их получают в лабораторных условиях.

Существуют разные способы использования половых феромонов против насекомых:

1 – привлечение с помощью ловушек в процессе мониторинга для определения уровня численности и сроков появления видов,

2 – с целью их уничтожения,

3 – для насыщения феромонами среды обитания для дезориентации насекомых и отвлечения от естественных источников феромона (создание «самцового вакуума»).

В России в основном используют феромоны для надзора за насекомыми, в меньшей степени — для их уничтожения.

Чаще всего используются специальные, так называемые феромонные ловушки. При их применении должны соблюдаться такие условия:

– состав синтезированного феромонного препарата должен соответствовать природному как по соотношению компонентов, так и по дозировке (большая дозировка препарата отпугивает насекомых);

– смесь феромонов должна помещаться в специальную препаративную форму – пористый субстрат (диспенсер), который помещается 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 должна быть предусмотрена возможность накопления в нецелевого объекта и его изъятия, периодическая замена диспенсеров, наличие приспособлений для прикрепления или развешивания ловушек в лесу или в помещениях, где они применяются.

Для бабочек используются 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 падают и собираются в накопитель, вылавливаются и погибают, попадая на клей, водную поверхность или соприкасаясь с инсектицидом.

Применение феромонов для мониторинга распространения и плотности вредителей гораздо более эффективно, чем традиционные методы надзора. Для этого достаточно развешивание 1-2 ловушек на нескольких десятках (а иногда и сотнях) га, 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). А расположенные внутри защищаемого насаждения могут препятствовать нормальному спариванию вредителей, создавая эффект «самцового вакуума» (например, при массовом отлове яблонной и восточной плодовой жоржик).

При использовании метода дезориентации нарушаются спаривание насекомых и нормальное развитие популяции 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).

Интересным методом использования феромонов является «автоконфузия», нашедшая наибольшее применение в борьбе с жуками-щелкунами 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. Поэтому феромонные методы с их высокой чувствительностью и селективностью, по мнению К.В. Лебедевой, подходят для решения этой проблемы просто 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 (Benassyet.,al.). 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 (Ижевский, 1995, и др.). На ряде московских хлебокомбинатов фе-

ромонные ловушки много лет успешно используются для борьбы с мельничной (*Ephesiakuehniella*) и амбарной (*Plodiainterpunctella*) огневками (Ахаев и др., 1990).

Трудный путь прошли исследователи феромонов, применяемых против короедов. Феромоны короедов не только половые, но и агрегативные, они продуцируются 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  $\alpha$ - и  $\beta$ -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 работ, проведенных в США по изучению феромонов короедов р. *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 р. *Ips* продуцируют ипсдиенол и ипсенол.

На основании этих данных в Норвегии А. Бакке разработал синтетический феромон для типографа. Он был изготовлен фирмой «Целамерк» (ФРГ). В состав феромона вошли ипсдиенол, цис-вербенол и диметилвенилкарбенол в соотношении 1 : 1 : 10. Им использовались пластинки, пропитанные феромонной смесью. Их 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 для короедов 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 нашей стране группой исследователей институтов системы Госкомлеса СССР был также разработан феромон короеда-типографа. Он является агрегационным и привлекает летающих жуков обоих полов, а также других видов р. *Ips*. Феромон содержит много компонентов, выполняющих различные функции в жизни жуков: ипсдиенол, ипсенол, цис-вербенол, транс-вербенол и др.

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 обл. в феромонные ловушки с помощью этого препарата было привлечено и выловлено около 1,5 млрд. жуков.

Лесным ведомством США осуществлялась большая программа по вылову струйчатого заболонника. Для этого использовался феромонный препарат мультилур. В настоящее время созданием и испытанием отечественного феромонного препарата для ильмовых заболонников заняты российские ученые.

Разработку и испытание новых аттрактантов проводят в нашей стране ученые-химики и биологи. Они разрабатывают не только сами препараты, но и способы их применения, изучают наилучшие 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 ловушки размещают не ближе чем в 6 – 10 м от ели, их нельзя вешать на березы, так как летучие вещества березы отпугивают короеда. Желательно ловушки вешать по периметру леса при массовом отлове, не ближе 30 – 45 м друг от друга. Ловчие деревья, снабженные диспенсерами с феромонами короедов, заселяются ими и впоследствии окоряются или уничтожаются и утилизируются. Использование этого метода против стволовых вредителей очень перспективно.

Феромонные препараты применяются практически во всех развитых странах уже в течение 20 лет и темпы их появления сравнимы с темпами появления новых инсектицидов. Достоинство феромонных препаратов заключается также в том, что они применяются в несравнимо меньших количествах, чем химические. Поэтому возможно получение их в лабораторных условиях или на малых опытных установках. В настоящее время известны феромоны 500 видов чешуекрылых и 193 видов 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, 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. Для хвое- и листогрызущих – 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, листовертков – 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 листовертков.

Известен состав феромонов и для многих стволовых и технических вредителей: кроме синтезированного и успешно применяемого феромона короедатипографа для большого и малого сосновых лубоедов, пушистого полиграфа, дендроктона, вершинного, шестизубчатого короедов, для типографа и двойника, гравера обыкновенного, заболонников струйчатого и разрушителя, полосатого древесинника, точильщика *Anobium punctatum* 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.

Состав феромонов известен также для некоторых вредителей семян – шишковой еловой и акациевой огневки, плодоярок желудевой, еловой шишковой, яблоневого и некоторых др.

## 11. 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. В России чаще употребляется термин «интегрированная защита растений», применительно к теме настоящего пособия – **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 биоценологических связей и динамики плотности как вредных, так и полезных организмов. ИЗЛ включает самые разнообразные приемы и средства.

Выбор тактики ИЗЛ определяется возможным уровнем экономических и иных потерь от вредителей. Уровень экономических потерь рассчитывается как соотношение 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, можно и 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 проведение сплошных санитарных рубок (как мероприятие, позволяющее избежать потери деловой древесины) должно быть исключено.

Таким образом, первым шагом реализации стратегии ИЗЛ является оценка значимости потерь от размножения вредителей. Сбор необходимой информации для анализа потенциальной опасности вредителей и принятие решений ведутся 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.

Лесохозяйственные методы защиты леса, как уже говорилось выше, – это комплекс мероприятий и правил, выполняемых на протяжении всего цикла лесовыращивания в целях повышения устойчивости древостоев к вредителям и болезням и другим неблагоприятным факторам, исключающим или уменьшающим возможность повреждения древостоев. Предусматриваются следующие мероприятия: правильная агротехника в питомниках при создании посадочного материала, использование здорового посевного и посадочного материала, правильное хранение и транспортировка посадочного материала, правильный подбор пород или форм по фито- и энтомоустойчивости в соответствии с конкретными климатическими и почвенно-грунтовыми условиями, формирование сложной структуры насаждений, препятствующей массовому размножению монофагов, правильная агротехника при создании лесокультур и содействии естественному лесовозобновлению, правильное и своевременное проведение

рубков ухода, слежение за санитарным состоянием леса и своевременное проведение санитарных рубок, своевременная реконструкция насаждений.

Важной системной мерой является использование карантинных мероприятий, препятствующих инвазии (проникновению) в лес чужеземных видов вредных организмов.

В том случае, если в результате массового размножения вредных организмов в насаждении все же возникает угроза существенных потерь, необходимо проведение истребительных мероприятий. Они могут носить характер физико-механических, химических и биологических действий. ИЗЛ предполагает любые их сочетания.

Тем не менее, основной целью стратегии ИЗЛ является 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 требования ИЗЛ. В результате 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 – в Ленинградской и Архангельской областях, в Карелии, вспышки размножения вредителей не редкость.

Следует учитывать, что на территории России ИЗЛ в силу специфических факторов (огромных территорий, слабой развитости транспортной инфраструктуры) 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 (в большинстве районов Сибири, Дальнего Востока, Европейского севера, северо-запада и северо-востока) в полной мере системы ИЗЛ пока, к сожалению, 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.

Одним из неперемennых условий функционирования систем ИЗЛ является максимально возможное использование природной полезной фауны. Прежде

всего, следует стремиться сохранять ее во всем многообразии и объеме, а затем уже постараться усилить благотворную роль в защите леса.

Вряд ли в обозримом будущем защита леса станет возможной без применения пестицидов, пока, к сожалению, нет столь же действенных и доступных альтернативных средств. Вместе с тем накоплено огромное количество данных об отрицательных для природы и человека последствиях их безудержного применения (Ижевский, 1995). Все применяемые в настоящее время 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 влияние на жизнедеятельность энтомофагов. Обработки лесов против непарного шелкопряда и монашенки бактериальными препаратами на основе *Bacillusthuringiensis (Bt)* приводят к снижению видового разнообразия энтомофауны, уничтожая нецелевые объекты, например жужелиц. Отрицательная роль бактериальных препаратов проявляется и опосредованным образом: при интенсивном инфицировании гусениц и куколок погибают ранее заразившие их эндопаразиты.

Однако существует множество приемов, позволяющих оптимизировать химические обработки, т.е. добиться максимального результата при минимальном применении пестицидов.

Решение о проведении химических обработок леса всегда принимается в надежде на максимально полное (в идеале – на 100 %-ное) уничтожение целевого объекта. В действительности это никогда не удается. И было бы очень плохо, если бы удавалось. Поскольку при этом на гибель в результате непосредственного действия пестицидов и по причине неизбежного голода были бы обречены все специализированные (наиболее эффективные) враги вида-мишени.

Использование против хвое-листогрызущих вредителей инсектицидов широкого спектра действия часто провоцирует новые вспышки их размножения. По данным американских лесопатологов, на востоке Техаса вспышки лубоеда *Dendroctonusfrontalis* длились значительно дольше в тех случаях, когда против него проводили химические обработки. С высокой степенью достоверности было показано, что такие обработки оказывали более сильное воздействие на природных врагов дендроктона, нежели на него самого. Нередко после химических обработок численность целевого вредителя восстанавливается значительно быстрее, чем численность его врагов, и быстро достигает порогового уровня. Межвспышечные периоды сокращаются, а продолжительность вспы-

шек растягивается на многие годы. В результате суммарные экономические потери могут превысить 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 применения пестицида, увеличивать кратность обработок или даже полностью заменять средство защиты. Собственно именно осознание неизбежности перечисленных нежелательных последствий применения пестицидов и побудило к появлению систем ИЗЛ.

Признается, что целью защитного мероприятия должно быть не 100 %-ное 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 в нем распространение вредителя скорее исключение, чем правило. Обычно растительноядным насекомым свойственно **агрегационное (групповое) распределение** в пространстве. А это означает, что при сплошных обработках значительные площади обрабатываются напрасно. Многими практиками защиты леса в разных странах неоднократно подтверждался известный экологами тезис: *чем большая площадь одновременно подвергается обработкам, тем более высокого уровня достигает впоследствии численность вида-мишени*. Идеальной была бы такая система защиты, при которой обработке подвергались бы лишь те 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 в последующем, после прекращения обработок, распространяются по всему лесу.

Значительная часть полезной фауны сохраняется при ленточных или полосных обработках. Переход на такую тактику требует более высокой квалифи-

кации специалистов защиты леса и более тщательного учета 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 метаксихлор в 600 раз более токсичен для имаго паразита *Microctonusaethiops*, чем для имаго его хозяина – долгоносика. 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), эндосульфан (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), оксидеметонметил быстро проникают сквозь листовую мембрану и сосредотачиваются в ксилемме. 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-листогрызущих вредителей они малоэффективны.

Степень воздействия пестицида на полезных обитателей леса зависит и от его специфичности. Польские специалисты обнаружили, что при обработках против монашенки контактными пестицидами широкого спектра действия средняя плотность паразитических насекомых – ихневмонид – составляла 0.04 особи на 1 м<sup>2</sup>, а при обработках пестицидами кишечного действия была на порядок выше (0.9/м<sup>2</sup>).

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, удастся резко снизить отрицательные последствия от действия пестицидов, даже и не обладающих исходной селективностью. Многие из них поддаются инкапсуляции. Инкапсулированные микрочастицы (в полимерной оболочке) наносятся на защищаемое растение либо уже в готовой форме, либо 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) растительоядными 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 тем или иным способом они защищены от него. Некоторые сохраняются под щитком кокцид, под защитой личиночных или куколочных шкурок своих жертв, а также в различных укрытиях (под корой, в свернутых листьях), где ведут поиск корма. Многих энтомофагов спасают от инсектицидов коконы, которые особенно плотны у диапаузирующих особей. Сложнее сохранить энтомофагов в тех случаях, когда растения повреждаются различными группами вредителей. Разработка тактики защиты при этом усложняется. Но знание биологии и фенологии вредных и полезных организмов, населяющих биоценоз, позволяет и при этом найти оптимальное решение.

Сохранить многих полезных членистоногих удастся, выбирая подходящее время суток для химических обработок. Время обработки должно возмож-

но точно соответствовать времени наибольшей восприимчивости вредителя к применяемому пестициду. Обычно наибольший эффект достигается при обработках открыто живущих личинок или гусениц младших возрастов. Некоторые виды листогрызущих насекомых обычно питаются на нижней стороне листа и потому мало уязвимы 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 такое время для обработок, когда последние так или иначе будут защищены от пагубного воздействия препарата. Так, неоднократно упоминавшаяся трихограмма выдерживает, не погибая, обработки насаждений пестицидом, когда находится внутри яйца хозяина при условии, что пестицид разлагается быстрее, чем происходит вылет нового поколения паразитов.

Для того чтобы при химических обработках максимально сохранить полезную энтомофауну, 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 т.ч. и вновь создаваемых) приводит к существенному изменению состава полезной энтомофауны. Лесные виды исчезают, им на замену приходят полевые и луговые виды.

В рекреационных лесах приходится прибегать к охране полезных насекомых от непосредственного антропогенного воздействия. Особые меры требуются для защиты колоний муравьев.



## 12. ЗАЩИТА ОБЪЕКТОВ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ И БОЛЕЗНЕЙ (СИСТЕМЫ ЛЕСОЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ)

### 12.1. Общие положения

Защита леса и лесной продукции проводится на протяжении всего цикла лесоразведения и лесопользования, во 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, вырубki с сохраняемым подростом, древесина на складах и в сооружениях. Комплексы характерных для этих объектов вредителей рассмотрены во 2-й части настоящего учебного пособия.

Защита разных эколого-производственных объектов лесного хозяйства от вредителей требует выполнения комплекса общих и специфических методов, средств и технологий, из которых складывается *система лесозащитных мероприятий*, применяемых в отдельных природных территориально-производственных комплексах, на определенной территории, на предприятиях, объединениях, в арендуемых лесах и др. Она может использоваться как для защиты отдельных объектов лесного хозяйства, так и против конкретных видов и комплексов вредителей и предусматривает одновременное создание условий, неблагоприятных для развития очагов вредителей и болезней, и активные методы их непосредственного уничтожения или подавления, т.е. практически все описанные выше методы лесозащиты.

Системы лесозащитных мероприятий включают практически все методы лесозащиты: организацию лесопатологического мониторинга и надзора за появлением и массовым распространением вредителей и болезней; мероприятия по повышению биологической устойчивости насаждений; активные методы защиты растений от вредителей и болезней, включающие все способы использования средств защиты растений, экологическую и экономическую оценки результатов мероприятий до и после их применения.

В практике защиты растений у нас в стране 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 числен-

ности до допустимого уровня. Такая тенденция отвечает современным требованиям к любым видам воздействия человека на природу, одновременно она является более реалистичной и достижимой.

В лесах, где условия жизни организмов наименее изменены хозяйственной деятельностью человека, а затраты на защиту растений окупаются нередко через многие годы, наиболее перспективно проведение истребительных мероприятий лишь при угрозе существования насаждений. Все мероприятия должны быть экологически и экономически эффективными, а их применение должно быть основано 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 изученных проблем. Можно назвать лишь немногие экологические группы вредителей, для которых они разработаны и эколого-экономически обоснованы.

## **12.2. Система защиты генеративных органов древесных растений (шишек, желудей, плодов и семян)**

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, при хранении и высеве. 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 хозяйство получает 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 появлением вредителей плодов и семян – определение их видового состава и динамики развития, потерь от них.

Надзор осуществляется путем периодического сбора и анализа плодов (желудей) или шишек. Сбор проводится не менее 2 раз в год в соответствии со

сроками развития плодов, шишек и семян в них и биологией главных вредителей. Так, в семенных хозяйствах ели первый сбор шишек проводится 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 высокосортных 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 нужно стремиться к отбору экотипов и наследственных форм древесных растений, наиболее устойчивых против вредителей, инфекционных болезней и климатических воздействий. С этой целью в лесосеменных участках для сбора семян отбирают деревья, отличающиеся от окружающих лучшим ростом, имеющие хорошо развитую крону, правильное ветвление, прямой ствол. С остальных деревьев семена не собирают, худшие из них постепенно удаляют в процессе ухода за лесом. Для повышения урожая семян в лесосеменных участках систематически изреживают верхний полог древостоя. Большинство вредителей плодов и семян светолюбивы, поэтому изреживание нужно проводить равномерно, постепенно, доводя расстояние между кронами соседних деревьев до 1 – 2 м. При этом в первую очередь удаляют деревья, зараженные стволовыми вредителями, больные 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 семеновранилищах в состоянии, близком к воздушно-сыхому. Помещения под склады и хранилища периодически проветривают, очищают и дезинфицируют. Особое внимание следует уделять поддержанию оптимальных температуры и влажности воздуха и аэрации семеновранилищ.

*Активные методы защиты урожая плодов и семян от вредителей* проводят в лесосеменных участках и на плодоносящих семенных плантациях.

*Химическая защита* шишек и семян хвойных пород (ели и лиственницы) от вредителей основана на применении пестицидов внутрирастительного (системного) действия. Они применяются в виде водных эмульсий, имеющих концентрацию действующего вещества в пределах 1 – 2 %. При наземных обработках производят индивидуальное или групповое опрыскивание плодоносящих крон из расчета 1 – 2 л эмульсии на дерево, что составляет 500 – 700 л на 1 га. При обработке высокоствольных семенных участков можно применять вертолеты. При этом расход рабочей эмульсии составляет 200 – 300 л/га. Опрыскивание семенных участков в ельниках производят однократно, в период, когда женские цветочные почки освобождаются от покрывающих их чешуй, и до окончания периода пыления. Семена лиственницы защищают позднее – после окончания лета лиственничных мух. Для снижения поврежденности желудей их регулярно собирают и сортируют. Сбирать нужно все желуди: мелкие, недоразвитые, поврежденные, здоровые. Сбор и сортировку желудей проводят ежегодно с середины августа до начала октября через каждые 5 – 7 дней. Поврежденные желуди можно скармливать скоту.

### **12.2.1. Защита плодов и семян древесных пород от болезней**

Надзор за появлением и распространением болезней плодов и семян проводится два раза в год с учетом сроков плодоношения (семеношения) древесных пород и развития болезней. Надзор осуществляется на постоянных и временных участках в типичных древостоях лесосеменных хозяйств. При этом устанавливается видовой состав болезней, степень пораженности плодов и семян, динамика болезней в зависимости от экологических условий. Для этого

проводят сбор плодов и семян с деревьев методом случайной выборки в количестве, достаточном для лабораторных исследований. Полученные данные служат основанием для планирования необходимых мероприятий.

Лесохозяйственные мероприятия в лесосеменных хозяйствах направлены на получение семенного материала, обладающего высокими посевными качествами.

Под лесосеменные участки выбирают здоровые, лучшие по росту и качеству древостои начиная с 20-летнего возраста. Не отводят под лесосеменные участки перестойные древостои, древостои IV – V классов бонитета, заподсоченные, ослабленные низовыми пожарами, грибными заболеваниями, хвое- и листогрызущими насекомыми.

Сбор семян на лесосеменных участках проводится с деревьев, отличающихся от окружающих лучшим ростом, имеющих хорошо развитую крону, правильное ветвление, прямой ствол. С остальных деревьев семена не собирают и худшие из них постепенно удаляют в процессе ухода за лесом.

Для повышения урожая семян в лесосеменных участках систематически изреживают верхний полог древостоя.

При закладке лесосеменных участков необходимо проводить отбор экотипов и наследственных форм, наиболее устойчивых против вредителей, болезней и климатических воздействий.

В лесосеменных хозяйствах и участках обязательны строгое соблюдение санитарных правил и надзор за размножением хвое- и листогрызущих насекомых, распространением болезни листвы и хвои. Тщательное выполнение правил обязательно также в окружающих лесосеменной участок насаждениях.

Древесные и кустарниковые породы, являющиеся промежуточными хозяевами для развития грибных болезней, удаляют из семенных и прилегающих к ним насаждений. При заготовке семян, переработке плодов и шишек нужно оберегать их от механических повреждений, так как инфекционные заболевания семян передаются главным образом через повреждения.

С целью сохранения посевных качеств семян необходимо строгое соблюдение соответствующего режима хранения посевного материала для определенной древесной породы. При этом наиболее важное значение имеет поддержание на оптимальном уровне влажности, температуры воздуха и аэрации в семенохранилищах.

Химическая защита семян включает дезинфекцию тары, орудий труда и семенохранилищ и протравливание семян. Для дезинфекции тары и орудий труда используют формалин. Дезинфекция хранилищ осуществляется путем фумигации сернистым газом, который получается при сжигании комовой серы.

Протравливание семян проводится перед их закладкой на хранение путем опудривания фундазолом, топсином-М, ГМТД, кемикаром, картоцидом.

Все семена деревьев и кустарников перед посевом должны пройти фитопатологическую экспертизу на лесосеменной станции с целью определения степени зараженности семян грибами или бактериями. По результатам этой проверки лесосеменная станция дает заключение о принадлежности семян к определенному классу качества и необходимости протравливания семян с указанием соответствующих препаратов.

### **12.3. 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 – 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 м<sup>2</sup> требуются истребительные мероприятия.

Площади, предназначенные под выращивание сеянцев и саженцев, рекомендуется содержать в течение года над черным паром, что способствует уничтожению сорняков и почвообитающих насекомых, а также предохраняет от нового заселения ими. Сорная растительность служит для многих насекомых и грызунов местом обитания и источником питания (подгрызающие совки). Поэтому следует тщательно уничтожать все сорняки, содержать не занятую посевами площадь питомника в чистоте, не запаздывать с культивацией, проводить многократные рыхления почвы и обработку междурядий.

Удобрения и другие почвоулучшающие средства, стимуляторы роста растений, препараты, повышающие их устойчивость, улучшают 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 навоза и компоста их следует вносить только в перепревшем, разложившемся состоянии в количестве 20 – 40 т на 1 га. Полупрелый 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 рН 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 оказывает весьма существенное влияние на насекомых, обитающих в почве, особенно малоподвижных, препятствует развитию грибных заболеваний и истощению почвы. Введение в севообороты злаково-бобовых и викоовсяных 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 70x70 см. Это предохраняет 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.

Высевать семена нужно как можно раньше, соблюдая нормальную глубину заделки и нормы высева, избегая слишком густых посевов. На тяжелых почвах при посеве мелких семян хвойных пород рекомендуется добавлять в посевные борозды свежий песок. Высеянные 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 проводить прополку посевов. В посевных отделениях нельзя хранить компост и старую солому. Выполотые сорняки немедленно удаляют с территории питомника.

Сеянцы и саженцы после их выращивания тщательно сортируют, при этом все больные, плохо развитые, двухвершинные, кустящиеся растения удаляют.

Профилактические мероприятия имеют особое значение 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 является вспомогательным мероприятием в борьбе с майским хрущом и должно продолжаться не более 3 лет. Его нужно начинать в предлётный и лётный годы восточного майского хруща и заканчивать 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 вводить бахчевые культуры, кукурузу, люпин и др., проводя дополнительное рыхление почвы. При сельскохозяйственном пользовании в северной зоне 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 имеется опасность распространения майского хруща, сосновые культуры нужно создавать на вырубках немедленно после рубки. Если же окажется, что почва была заселена хрущом еще до рубки леса, культуры



можно закладывать лишь после того, как площадь вырубki освободится от основной массы хруща (после лётного года). Лучше всего посадку сеянцев приурочить к весне лётного и предлётного годов хруща.

Для посева нужно использовать 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 смолевок, короедов-корнежилков, хрущей и других вредителей и гибнут.

Большое значение при создании культур имеет подбор состава древесных пород и схемы их смешения и густоты посадки. Необходимо подбирать для культур наиболее устойчивые против вредителей и болезней древесные породы, учитывая их влияние друг на друга и на формирование почвенного покрова. Особое внимание необходимо обращать на отбор и культивирование форм, наиболее устойчивых против вредителей. Так, зеленошишечная форма ели меньше повреждается морозами и монашенкой; поздне-распускающаяся форма дуба более устойчива к весенним заморозкам и к 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 светлюбивых златок.

Неблагоприятные условия для светлюбивых видов лесных насекомых создают также густые опушки. Например, густые опушки из сосны и березы препятствуют размножению подкорного 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 зо-

нах вокруг городов снижают заселенность насаждений непарным шелкопрядом, листовертками, вредителями плодов, златками, служат местами массового гнездования насекомоядных птиц и заграждением от скота.

Создание смешанных (хвойно-лиственных) насаждений препятствует размножению многих вредителей. Смешение 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 также 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 против неблагоприятных факторов внешней среды, вредителей и болезней. 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. Обязательным мероприятием на площадях, отводимых под питомники и культуры, является *определение заселенности почв вредителями корневых систем растений*, обычно его 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 перечетом не менее 50 деревьев по категориям состояния. При этом в культурах и молодняках с диаметрами деревьев до 6 см выделяют 4 категории состояния: 1 – без признаков ослабления, 2 – ослабленные, 3 – усыхающие, 4 – усохшие. В более старших по возрасту культурах с диаметром ствола 6 см и более выделяют 6 категорий состояния деревьев: 1 – без признаков ослабления, 2 – ослабленные, 3 – суховершинные, 4 – усыхающие, 5 – усохшие в текущем году, 6 – усохшие в прошлые годы. В культурах

проводят ежегодный осенний учет очагов вредителей и болезней и, при необходимости, – 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 отлавливают на контрольных деревьях несколько десятков жуков, определяют 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. Раскопки следует производить либо в первую половину лета, либо в августе, до начала или после завершения линьки личинок и окукливания. На каждом из обследуемых участков размещают методом случайной выборки по 20 – 30 ям площадью 0,5 м<sup>2</sup>. По результатам раскопок определяют плотность популяции или среднюю заселенность 1 м<sup>2</sup> личинками хруща, отдельно для каждого возраста личинок, их встречаемость, соотношение личинок по возрастам в процентах, и на этом основании 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 захрущевленных площадях.

*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 из-под сельскохозяйственного пользования. Надзор проводят 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 пластинкой имеются одиночные особи или отдельные группы клопов; 3 – под каждой пластинкой коры имеются группы клопов. Если численность клопа можно оценить баллом 2 или 3, такие участки назначают

под дополнительное обследование и при необходимости планируют активные методы химической защиты таких 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 с участками сосновых культур. Определяют численность слоников на один пень и затем пересчитывают на 1 га и 1 м<sup>2</sup>. Определяют половой индекс и возрастную структуру популяции. При обследовании поврежденных слоником сосновых и еловых культур на каждые 10 га берут 2 – 5 проб по 100 посадочных мест в каждой и на них ведут перечет деревьев по 4 категориям состояния. Отдельно для каждого дерева отмечают наличие и степень его повреждения: а – без повреждения, б – слабоповрежденные (на стволиках имеются 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 по интенсивности лета бабочек с их отловом и по поврежденным побегам сосны на пробных площадях, осматривая при этом не менее 50 – 100 молодых деревьев на каждые 10 га культур. Надзор проводят в чистых сосновых культурах до их смыкания в возрасте 3 – 5 лет. Определяют видовой состав побеговых бабочек и соотношение отдельных видов. На пробах проводят перечет деревьев по их состоянию и с характеристикой поврежденности побегов – боковых и центрального.

*Активная защита молодых растений* наиболее часто применяется 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, 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 и др.; срезают и уничтожают находящиеся в кроне и на ветвях паутинные гнезда с гусеницами златогузки, боярышницы, кладки яиц и гнезда кольчатого коконопряда, побеги и листья с галлами, веточки ясеня, липы, вяза, заселенные древесницей въедливой; раскладывают пище-

вые отравленные приманки против медведок, чернотелок и щелкунов. Используют также светоловушки, которые 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 по зонам установлен примерный уровень их заселенности вредителями, при котором необходимы специальные мероприятия для сохранения посевов и посадок. Эти данные приводятся в ведомственных инструкциях. Обычно активные методы против личинок начинают применять, если на песчаных почвах обнаружено больше 1 – 3 личинок майского хруща на 1 м<sup>2</sup> или 5 – 7 личинок июньского хруща, или 10 – 12 личинок проволочников и ложнопроволочников. На хорошо увлажненных супесчаных и суглинистых почвах нормы заселенности почв, при которых необходимы истребительные мероприятия против вредителей, увеличиваются в 1,5 – 2 раза.

Важными направлениями защиты культур от хруща являются соблюдение очередности закультивирования лесосек с учетом лётных годов майского хруща и производство быстро смыкающихся культур, организация на захрущевленных площадях промежуточного сельскохозяйственного пользования. Очень важно соблюдать правила агротехники, уничтожать сорняки, особенно пырей и вейник, содержать почву под паром, особенно в период массового окукливания личинок или во время откладки яиц жуками, проводить известкование кислых почв и внесение в легкие почвы сульфата аммония или аммиачной селитры. На бедных песчаных почвах проводить посев люпина в целях повышения резистентности корневых систем сосны и ускорения роста культур. Тщательно ухаживать за молодыми культурами сосны в течение первых 3 лет и при необходимости проводить их дополнение. Содействовать охране и привлечению 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 предвари-

тельной раскорчевкой и расчисткой площадей, подлежащих облесению, их последующим дискованием и выравниванием 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.

Эффективны предпосевная обработка высеваемых семян и защита корневых систем высаживаемых сеянцев контактными инсектицидами для их защиты от личинок корнегрызущих вредителей, и при необходимости сплошное или ленточное внесение в почву инсектицидов, обладающих фумигационными свойствами. Для уничтожения личинок и жуков чернотелок и щелкунов, личинок подгрызающих совок и медведок рекомендуется также применять отравленные приманки с использованием измельченных сорняков и корнеплодов или кукурузной муки. Их раскладывают весной в количестве 50 – 100 шт. на 1 га.

Для радикального снижения численности восточного майского хруща в его очагах, если они создаются в местах массового выращивания сосновых культур, в его лётные годы проводят обработку крон лиственных деревьев, где жуки имеют дополнительное питание. Против жуков применяют авиационное опрыскивание крон биологическими и химическими инсектицидами. Сроки начала опрыскивания определяют по времени массового вылета жуков из почвы, показателем чего служит приближение равного полового соотношения жуков в кронах (1 : 1). Это обычно 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 их массовая яйцекладка и истребительные мероприятия не достигают цели. Отдельно стоящие деревья, куртины и полосы должны быть одновременно обработаны при помощи наземной аппаратуры. Эффективность определяют 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 устанавливают заселенность почв яйцами и личинками лётного поколения и сравнивают их с плотностью личинок и куколок хруща осенью предлётного года.

*Защита сосновых культур от подкорного соснового клопа* проводится в их действующих или возникающих очагах в культурах от 5 до 20 лет. 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. Нужно систематически дополнять культуры в местах образования прогалин.

Химическую защиту сосновых культур от клопа проводят путем осенней обработки мест его зимовки (подстилки в проекции крон деревьев) или методом опрыскивания системными инсектицидами крон деревьев в период, когда он 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. Проводят ее осенью, после ухода клопа на зимовку в 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, созданного на основе энтомофторовых грибов, – боверина. Химическая обработка крон деревьев для уничтожения клопа проводится в летний период путем опрыскивания 4 – 5 % -ными рабочими эмульсиями фосфорорганических системных инсектицидов с расходом 100 л на 1 га. Обработку целесообразно приурочить к лётным 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 имеется высокая численность большого соснового долгоносика, следует избегать непосредственного примыкания лесосек и по мере возможности производить раскорчевку пней сразу после рубки. Для защиты культур и естественного возобновления сосны и ели на лесосеках одной и двухлетней давности, а на севере – даже трехлетней давности проводят обработку пней хвойных пород 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 лётном долгоносика 1 раз, а пни на сплошных лесосеках нужно опрыскивать повторно спустя 1 – 1,5 месяца после первой обработки. Пни после осенне-зимней и ранневесенней рубки 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 неокоренных 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. на 1 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 побеговым заболеваниям. 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).

### **12.3.1. Система мероприятий по защите питомников, культур и молодняков от болезней**

Надзор за появлением и распространением болезней. В питомниках, культурах, а в ряде случаев и в естественных молодняках организуется рекогносцировочный надзор, который ведется путем систематического наблюдения за состоянием растений, появлением очагов болезней, их распространением и степенью пораженности растений. Рекогносцировочный надзор дополняется детальным лесопатологическим обследованием, которое проводят 3 раза в год: весной, после схода снега, в первой половине лета и осенью (в сентябре) путем учета на пробных площадях. В питомниках весной, после схода снега, проводят обследование с целью выявления очагов снежного, обыкновенного и бурого шютте, выпревания и побегового рака сосны. В начале лета ведется надзор за полеганием всходов, шютте лиственницы, ржавчиной побегов и склерофомозом сосны, цитоспоровым и дискоспориевым некрозами тополя, смоляным раком сосны и пузырчатой ржавчиной кедра сибирского. При осеннем обследовании оценивают пораженность посадочного материала в питомниках и растений в культурах пятнистостями, мучнистой росой, ржавчиной, снежным шютте, некрозно-раковыми болезнями.

При выборе мест для создания питомников учитывают тип почв, рельеф участка, занятость его в предшествующие годы сельскохозяйственными культурами, состав выращиваемых пород.

Семена перед высевом следует обязательно проверять в лабораториях Центрлессема или зональных лесосеменных станциях для выяснения степени зараженности их болезнями, определения энергии прорастания и всхожести. Семена необходимо высевать в оптимальные сроки с соблюдением нормы и глубины заделки, соответствующих породе и конкретным условиям.



С целью создания неблагоприятных условий для развития в почве паразитных микроорганизмов и сорняков следует применять севообороты с черным паром. Применяемые в питомниках севообороты должны предусматривать высеv одной и той же породы на одном месте не ранее чем через 2 года. Большую роль в снижении потерь от болезней в питомниках играют удобрения. Они улучшают рост и развитие растений, делая их более устойчивыми к болезням. Кроме того, внесение удобрений способствует созданию неблагоприятных условий для развития паразитной микрофлоры.

Чтобы создать неблагоприятные условия для развития грибных болезней (полегания, выпревания, шютте), необходимо систематически проводить тщательную прополку сорняков, которые не только ослабляют сеянцы, но и могут служить источником инфекции.

При создании культур необходимо подбирать древесные и кустарниковые породы, устойчивые к болезням, с учетом их влияния друг на друга применительно к конкретным условиям. При создании культур необходимо учитывать, что в смешанных насаждениях создаются неблагоприятные условия для распространения болезней. Для предотвращения возникновения очагов болезней посадочный материал перед высадкой необходимо тщательно отсортировать, удаляя пораженные, плохо развитые, многовершинные сеянцы. При посадке следует избегать загиба или механических повреждений корневой системы, так как в дальнейшем такие саженцы поражаются болезнями и гибнут. Большое значение в повышении устойчивости культур к болезням имеет своевременный уход за посадками, обеспечивающий оптимальные условия для их роста и развития.

Химические меры борьбы. Борьба с полеганием включает протравливание семян и опрыскивание посевов. Протравливание проводится путем опудривания семян непосредственно перед посевом или заблаговременно. В последние годы для этой цели применяют фундазол, кемикар, картоцид, топсин-М, ТМТД из расчета 6 кг на 1 т семян. При появлении первых признаков болезни посевы опрыскиваются картоцидом из расчета 3,6 – 4,8 кг препарата на 1 га. В случае дальнейшего распространения очагов болезни обработку повторяют.

Для защиты посевов и культур сосны до трёхлетнего возраста от обыкновенного шютте рекомендуется проводить 1 – 2 опрыскивания, начиная с конца второй – начала третьей декады июля, водными суспензиями топсина-М (2 – 4 кг/га), байлетона (1,5 кг/га), привента (1,5 кг/га).

Для защиты лиственницы от шютте рекомендуются профилактическое и искореняющее опрыскивания посевов и культур до трёхлетнего возраста. Искореняющую обработку следует проводить в период распускания почек на 2 лет-

них посевах и в культурах, где имеется опавшая прошлогодняя хвоя, которая является источником первичной инфекции. Для этой цели используется бордоская смесь из расчета 30 – 60 кг препарата на 1 га.

В период вегетации, через 10 – 14 дней после распускания хвои, проводят опрыскивание водными суспензиями байлетона и привента с нормой расхода 2,4 кг препарата на 1 га. При необходимости обработки повторяют, нормы расхода рабочих жидкостей составляют 400 – 500 л/га для однолетних посевов, 800 л/га – для двухлетних, 1000 – 1200 л/га – в культурах.

Для борьбы со ржавчиной побегов сосны (сосновый вертун) в первой половине мая проводится опрыскивание водными суспензиями оксихлорида меди (2,4 – 8 кг/га), бордоской смеси (6 – 8 кг/га), Абига-Пик (6 – 9,8 кг/га) с нормой расхода рабочих жидкостей 600 – 800 л на 1 га.

Защита сосны от побегового рака целесообразна только в питомниках, где в середине мая проводится опрыскивание посевов водными суспензиями фундазола (2,4 – 3,2 кг/га) и байлетона (1,8 – 2,4 кг/га) с нормой расхода рабочих жидкостей 600 л на 1 га.

Химическая защита сосны, ели и лиственницы от ржавчины хвои целесообразна только в том случае, если болезнь наблюдается из года в год и причиняет ощутимый вред. Она осуществляется путем опрыскивания посевов в начале лета водными суспензиями бордоской смеси (6 – 8 кг/га), оксихлорида меди (2,4 – 8 кг/га), Абига-Пик (6 – 8 кг/га) с нормой расхода рабочей жидкости 600 – 800 л на 1 га.

Для борьбы с мучнистой росой дуба и других лиственных пород проводят опрыскивание при появлении первых признаков болезни водными суспензиями байлетона (2,4 кг/га), коллоидной серы (12 – 15 кг/га), привента (2,4 кг/га), кумулуса ДФ (7 – 10 кг/га) с нормой расхода рабочей жидкости 600 – 800 л на 1 га.

С целью предупреждения появления пятнистостей листьев ранней весной, до распускания почек, проводят искореняющее опрыскивание по опавшей листве, которая является источником первичной инфекции. При этом используют водные суспензии бордоской смеси (6 – 16 кг/га) с нормой расхода рабочей жидкости 600 – 800 л на 1 га.

Для защиты тополя и ивы от парши проводят опрыскивание через 10 – 14 дней после распускания листьев водными суспензиями бордоской смеси (10 – 12 кг/га) и привента (0,1 – 0,4 кг/га) при норме расхода рабочих жидкостей 1000 – 1200 л на 1 га.

## 12.4. Система защиты леса от хвое- и листогрызущих вредителей

Защита леса от хвое- и листогрызущих насекомых по своим масштабам составляет значительную часть всех лесозащитных мероприятий, в особенности в районах частых вспышек их массового размножения. Система мероприятий по защите леса от этой группы вредителей включает профилактику появления и развития очагов путем повышения устойчивости насаждений (сохранение мест обитания насекомоядных птиц и энтомофагов, их привлечение и использование); организацию лесопатологического мониторинга в очагах хвое- и листогрызущих насекомых (специальный надзор и феромонный мониторинг); прогноз предстоящей угрозы объедания хвои и листвы, динамики развития очагов и принятие решения о целесообразности активных истребительных мероприятий; активные истребительные методы против хвое- и листогрызущих насекомых в их очагах с применением химических и биологических препаратов.

**Профилактика появления и развития очагов** заключается в поддержании и повышении устойчивости насаждений, препятствующей возникновению очагов хвое- и листогрызущих насекомых. Она заключается в использовании комплекса лесохозяйственных мероприятий и в содействии привлечению 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 обладают необходимой 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 наименее повреждаемые самыми распространенными в данном регионе хвое- и листогрызущими насекомыми виды и формы древесных растений. Так, питание непарного шелкопряда листьями липы и клена остролистного нарушает обмен веществ и снижает выживаемость его популяций. Несовпадение сроков распускания почек дуба черешчатого поздней формы со сроками выхода гусениц дубовой зеленой листовертки препятствует развитию ее вспышек.

Устойчивость сосновых культур, создаваемых на бедных песчаных почвах, 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, оттеняющих почву и препятствующих свободному полету бабочек и откладке ими яиц в комлевой части стволов деревьев, оказывает положительное влияние на устойчивость насаждений. Кустарники создают условия для гнездования насекомоядных птиц. Жизнь птичьего населения леса, прежде всего, зависит от степени сохранности естественной среды обитания. Поэтому проводимые в лесу хозяйственные мероприятия должны опираться на знания биологических и экологических особенностей птиц. Наиболее уязвимы для повреждений хвое- и листогрызущими вредителями однопородные древостои, которые, как правило, в большинстве случаев возникают как результат лесовосстановительных работ. Формирование настоящей лесной среды с ярусной растительностью и становление богатыми видами биоценоза в таких условиях процесс длительный. Привлечь полезную орнитофауну в таких случаях можно путем посадки биогрупп подлесочных пород и кустарников, пригодных для гнездования открыто гнездящихся видов. Наиболее эффективны при этом колючие 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.

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 лесозащитной акции по привлечению птиц считается заселяемость не менее 85 % искусственных гнездовий.

*Методы использования энтомофагов, в том числе муравьев, против хвое- и листогрызущих насекомых также относятся к профилактическим методам защиты леса, они подробно описаны в 3.5.2 – 3.5.10.*

***Лесопатологический мониторинг*** в очагах хвое-и листогрызущих насекомых 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 предприятия 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 рекогнос-

цировочного надзора участки обследуют дважды в год, в период, когда в природе можно наблюдать наиболее характерные признаки, указывающие на наличие вредителей в насаждении (повреждение крон, паутинные гнезда в кроне, отложенные кладки яиц на стволах или лёт бабочек и др.).

Обследование участков ведут 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, 2 раза в год, в сроки, установленные в соответствии с биологией вредителя, проводят учет плотности и других параметров 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.

Учет плотности вредителей проводят *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.). В каждом из выбранных для надзора участке рекомендован минимальный размер выборки – определенное количество учетных единиц: так, учет кладок яиц непарного шелкопряда на стволах ведут на 20 деревьях; зимующих гнезд гусениц златогузки в кроне – на 12; яиц монашенки и вползающих по стволу бескрылых самок зимней пяденицы – на 4; учет 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 этого, 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 весу);

- для насекомых, зимующих в фазе гусеницы (сосновый коконопряд, златогузка, ивовая волнянка), осенью проводят учет плотности гусениц перед зимовкой и весной – повторный учет благополучно перезимовавших живых гусениц;

- для видов, зимующих в фазе куколки или эонимфы (сосновая совка, сосновая пяденица, обыкновенный сосновый пилильщик, звездчатый и красно-головой ткачи-пилильщики), осенью устанавливают смертность особей от паразитов, хищников, пораженность болезнями, число диапаузирующих особей, соотношение полов и плодовитость по весу особей с помощью соответствующей таблицы.

Впоследствии путем последовательных действий определяют *экологическую плотность вида*, число личинок первого возраста на 100 г хвои или листы. Ее находят делением 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, учитывающие пропорциональную зависимость между диаметром ветви или ствола деревьев и массой хвои или листы, данные о плодовитости вредителя, его смертности от энтомофагов и болезней и др.

Очагами хвое- и листогрызущих насекомых считают 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. Минимальное достаточное количество модельных или пробных деревьев на обособленный район для обследования очагов: при учете плотности популяции вредителей в кроне дерева – 36, дубовой зеленой листовертки и зимней пяденицы – по 26, златогузки – 210, 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 более широкое применение находят *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 или треугольную форму призмы с липкой, фиксирующей насекомых, поверхностью, они изготовлены 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 см<sup>2</sup>, малогабаритных – 225 см<sup>2</sup>. Размещают ловушки на стволах деревьев на высоте, удобной для осмотра и развешивания (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. Их крепят на стволах деревьев на высоте 1,3 – 3,0 м и периодически осматривают, подсчитывают число попавших в каждую ловушку самцов. Периодичность учетов зависит в основном от численности насекомых, но проводят их не реже одного раза в неделю. По среднему отлову на ловушку (за весь период экспонирования) судят о степени заселенности насаждений и уровне численности вредителя.

*Прогноз предстоящего повреждения* в очагах хвое- и листогрызущих насекомых делают на основании данных о плотности популяции в насаждениях осенью предшествующего года или в другой период, предстоящий отрождению личинок или их активной деятельности после зимовки.

При краткосрочном прогнозе обоснованием для назначения лесозащитных мероприятий служит показатель степени ожидаемой на следующий год потери насаждением хвои или листвы. Он вычисляется по таблицам, которые были составлены А.И. Ильинским (1965). В них для каждого класса возраста насаждения приводится критическое число яиц, гусениц или куколок на единицу площади или одно дерево, при котором ожидается 100 %-ное объедание насаждений. При составлении этих таблиц были использованы данные о кор-

мовых нормах вредителей и массе хвои и листвы в насаждениях разного возраста.

При прогнозе необходимо учитывать также метеорологические данные, в первую очередь резкие отклонения показателей температуры и осадков, оказывающих влияние на жизнеспособность и гибель вредителей в той или иной фазе развития.

По результатам надзора и детального обследования составляют карту-схему очагов, где отмечают контуры насаждений с потенциально разной степенью повреждения с градацией: очень слабое (до 15 %), слабое (15–25 %), среднее (25–50 %), сильное (50–90 %), очень 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 учитывает экологическую сторону проведения операции (возможные потери прироста, усыхание насаждений, ущерб побочному пользованию и полезной фауне), социальные потери в результате проведения истребительных мероприятий и ее экономическую составляющую – стоимость борьбы и потери товарной древесины. При расчетах экономической эффективности лесозащитных мероприятий учтен фактор времени, т.е. прогноз будущей эффективности эксплуатации оцениваемого насаждения. Разработанная методика позволяет, зная породу, вид насекомого, кратность и степень повреждения кроны, количественно оценить степень потенциального усыхания насаждения и величину вероятных потерь прироста. Это в свою очередь 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 его полноты и утрате целевых функций. В зависимости от вида насекомого, степени и кратности повреждения ассимиляционного аппарата предусматривают вероятную степень усыхания насаждения. Для этого составлены соответствующие таблицы, где учтена степень и кратность повреждения хвои и листвы. Как характеристика степени воздействия насекомых-дефолиаторов на насаждения используется понятие *размер кумулятивного объедания крон* – суммарный процент объедания хвои или листвы за ряд смежных лет. Например, при двукратном полном (100 %-



ном) повреждении указывают степень повреждения, равную 200 %, при однократном 50 %-ном – 50 % и т. д. Установлено, что гибель деревьев пропорциональна степени кумулятивного объедания насаждения, причем даже одногодичные перерывы не нарушают степени 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 заключаются в использовании против них наземных и авиационных методов защиты, а на небольших площадях – физико-механических методов уничтожения насекомых, например, в очагах непарного шелкопряда соскабливают кладки яиц специальными скребками или ножами, а также обмазывают их нефтепродуктами с добавкой инсектицидов. Против златогузки в полезащитных полосах и низких насаждениях применяют обрезание паутинных гнезд с помощью обычных или специально сконструированных секаторов.

Активную защиту насаждений на больших площадях ведут химическими и микробиологическими препаратами преимущественно методами опрыскивания, наземного и авиационного, мелкокапельного малообъемного (МО) или ультрамалообъемного (УМО) и аэрозольной обработки. Для этого применяют специальную аппаратуру (вентиляторные опрыскиватели, аэрозольные генераторы с угловыми насадками, экономичные наконечники, обеспечивающие получение мощного воздушного потока и тонкого дробления жидкости).

Специалистами 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 проведенных истребительных мероприятий.

*Авиационная обработка* проводится в крупных очагах хвое- и листогрызущих насекомых с площадью не менее 300 га. Авиационный метод применяют в первую очередь для защиты хвойных насаждений. Обработку лиственных

насаждений проводят только в случае угрозы их усыхания вследствие неоднократного объедания листвы.

Преимущества авиационной обработки очагов – это 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. Авиационная обработка (опрыскивание) очагов хвое- и листогрызущих насекомых ведётся с помощью самолетов АН-2 и вертолетов МИ-2 и КА-26. Используют пестициды и биологические препараты, вносимые путем малообъемного опрыскивания (МО) и ультрамалообъемного опрыскивания (УМО).

МО проводят концентратами эмульсий или смачивающимися порошками инсектицидов, которые перед опрыскиванием разбавляют водой. Норма расхода рабочей жидкости 25–30 л/га, предельные нормы 15 и 50 л/га. УМО осуществляют препаратами заводского приготовления без разбавления водой, норма расхода 1–3 л/га. 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 требуется. Заводской препарат в местах использования загружают в баки самолета или вертолета без смешивания его с водой и другими растворителями.

При применении биологических препаратов используются методы наземного и авиационного мелкокапельного и ультрамалообъемного опрыскивания (УМО) 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 технология защиты растений значительно повышает эффективность обработок и снижает загрязнение окружающей среды. Последние разработки ВИЗРа рекомендуют использовать аэрозоли с электроразрядкой капель. Под действием электрического поля, которое возникает между заряженными частицами биопрепарата (15 – 20 микрон) и растением, достигается равномерное распределение капель аэрозолей на поверхности листьев и более глубокое проникновение заряженных капель в кроны обрабатываемых насаждений. При такой обработке расход препарата снижается в 2 раза и более.

При любом выбранном методе обработки важно достигнуть полного покрытия крон деревьев рабочим составом препарата. Чтобы произошло заражение, инфекционный агент должен быть съеден насекомым-вредителем вместе с листвой или хвоей. Наиболее восприимчивы к возбудителям болезни гусеницы

и личинки младших возрастов (1–2- 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. Если насекомое питается днем, опрыскивание проводят в конце дня или рано утром, тогда повышенная влажность способствует лучшему покрытию растений препаратом, а солнечная радиация не ослабит инфекционного агента в течение нескольких часов и питающееся насекомое сможет проглотить летальную дозу возбудителя. 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 организм хозяина может попасть недостаточное количество патогена для развития болезни. Кроме того, при низких температурах патоген в теле насекомого может не размножиться. Для развития вирусной и бактериальной инфекций и вирусов погода не имеет значения, так как процесс патогенеза развивается внутри насекомого.

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.

Из биологических средств активной защиты насаждений наиболее применимы бактериальные препараты методом мелкокапельного авиационного или наземного опрыскивания. 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; в дубовых и других широколиственных – соответственно 2; 2,5; 3 кг/га. Эти нормы снижают до 0,5–1,5 кг/га при использовании высококонцентрированных форм препаратов и с применением инсектицидных добавок.

Использование бактериальных препаратов вызывает наибольшую смертность гусениц при теплой погоде или при условии, что она наступит вскоре после опрыскивания и продлится несколько суток. При этом среднесуточная температура должна превышать в ясные дни 12 °С, в пасмурные 14 °С, а максимальная дневная температура – подниматься до 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 (вес) экскрементов там, где велась борьба, и на контрольных участках, где она не проводилась. 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, их площадь; фазу развития вспышки массового размножения вредителей и предстоящую угрозу повреждения хвои или листвы насаждений; обоснование выбора препаратов и нормы их расхода; способы сигнализации; сроки работ и требуемое количество самолетов (вертолетов). В проекте приводят описание участка, выбранного 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. Участкам стремятся по возможности придать прямоугольную форму, что значительно упрощает работу авиации. Рабочие полеты проводят 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 аэро-

дромах устраивают склады для хранения химикатов и горючего, организуют временный медпункт и душ.

Авиационную обработку отдельных участков проводят в основном челночным способом, когда обрабатываемый участок покрывают рабочим составом препарата путем перекрывающихся параллельных заходов самолета. Участок нужно обрабатывать как можно тщательнее, так как даже незначительные по площади пропущенные места (огрехи) становятся источником развития будущих очагов.

Авиационные работы выполняют на бреющем полете (10 – 40 м над полом леса) и регламентируют специальными правилами, которые должен выполнять летный состав. Полеты начинают за 30 мин. до восхода солнца. Утренние часы – самые хорошие 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 производят 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 посадочных площадок до обрабатываемых участков, от нормы расхода препарата и от числа полетов. Поэтому посадочные площадки нужно подобрать как можно ближе к месту работ и механизировать загрузку самолетов (вертолетов) препаратом, бензином и маслом.

Авиационную борьбу с хвое- и листогрызущими вредителями проводят 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 придется 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) – неперемное условие высокой эффективности авиационных работ. Это достигается установкой специальной аппаратуры самолета (вертолета) на соответствующий при этой норме секунднй выпуск препаратов с расчетом обязательного опорожнения загрузочного бака на границе обрабатываемого участка. Рабочие жидкости, особенно суспензии и эмульсии, нужно приготавливать непосредственно перед применением. Для этого на загрузочной площадке аэродрома нужно иметь соответствующие емкости (баки, чаны, цистерны и др.), мотопомпы с запасом горючего и воду, которую подвозят в автоцистернах. Использовать можно только инсектициды, рекомендованные Спис-

ком 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 даны нормы расхода препарата и действующего вещества, указаны объекты применения, способ обработки и ограничения. При использовании пестицидов необходимо строго выполнять меры предосторожности, изложенные в ведомственных инструкциях.

*Учет эффективности авиационной обработки* проводят различными методами. Самый точный, но трудоемкий, из них – это метод учетных площадок. Площадки закладывают за несколько дней до начала обработки, в наиболее характерных местах очага вредителя (3 – 4 площадки на 100 га). 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 проведенных 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 м<sup>2</sup>. 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 веса экскрементов до и после проведенных мероприятий.

### **12.5. Система мероприятий по защите древесных пород от сосудистых и некрозно-раковых болезней**

Надзор проводится с целью контроля за появлением, распространением и развитием опасных болезней и состоянием насаждений для своевременного планирования и осуществления тех или иных мероприятий в необходимых объемах и в оптимальные сроки.

Сроки проведения надзора за болезнями определяются их биоэкологическими особенностями.

Надзор за появлением и распространением сосудистых болезней лучше проводить с середины июня по август, когда чётко проявляются внешние симптомы болезней этой группы (характерное усыхание отдельных побегов и ветвей в кроне или целиком кроны) и прослеживается динамика усыхания кроны деревьев.

Надзор за большинством видов некрозно-раковых болезней осуществляется в летний период, когда хорошо выражены их основные симптомы, в том числе характерные для возбудителей грибных болезней спороношения. За отдельными видами некрозно-раковых болезней (бурый, черный и дискоспориевый (дотихициевый) некрозы тополя, инфекционное усыхание липы и вяза), когда резко выделяются деревья с полностью или частично нераспустившейся кроной и хорошо заметны спороношения возбудителей на усохших ветвях и стволах.

Лесохозяйственные методы защиты направлены на повышение биологической устойчивости насаждений, предупреждение появления очагов болезней, ограничение их распространения и причиняемого ими вреда. Они предусматривают следующие мероприятия:

- правильный, своевременный и систематический уход за вновь создаваемыми культурами и за лесом с удалением в первую очередь всех больных, заселенных и явно ослабленных деревьев;

- проведение рубок ухода и санитарных рубок в осенне-зимний период;

- поддержание оптимальной полноты древостоя;

- правильный подбор пород в соответствии с климатическими и почвенно-грунтовыми условиями, учетом их пораженности и возможности перехода болезней с одной породы на другую;

- подбор пород и форм, обладающих устойчивостью к болезням;

- создание смешанных и по возможности разновозрастных насаждений как наиболее устойчивых к болезням; схемы смешения, а также размещения посадочных мест должны выбираться в зависимости от конкретных типов лесорастительных условий;

- реконструкция насаждений путем изменения их состава и улучшения почвы;

- систематическая выборка деревьев, заселенных стволовыми вредителями, которые способствуют проникновению инфекции, служат ее переносчиками, ускоряют усыхание деревьев в очагах болезней.

Химическая защита древесных пород проводится против цитоспороза и дискоспориевого некрозов тополя с применением водных суспензий оксихлорида меди или Абига-Пик в концентрации 0,4 – 1 %. Опрыскивание рекомендуется проводить весной, в момент распускания почек и в конце лета.

## **12.6. Система защитных мероприятий от гнилей**

### **12.6.1. Защита насаждений от корневых гнилей, вызываемых корневой губкой и опенком**

При осуществлении надзора выявляют и учитывают очаги корневых гнилей. В насаждениях, пораженных корневой губкой, составляют карты очагов болезни, определяют категорию локальных очагов (возникающие, действующие, затухающие), дают оценку степени пораженности насаждений (слабая, средняя, сильная) по соответствующим для сосняков и ельников шкалам. Данные, полученные по итогам рекогносцировочного и детального обследований, служат обоснованием для планирования санитарно-оздоровительных мероприятий, сроков и объемов их проведения.

Лесохозяйственные мероприятия направлены на предотвращение первичного заражения насаждений корневой губкой, ограничение распространения имеющихся очагов, создание устойчивых к болезни культур.

В молодняках I – II классов возраста, восприимчивых к корневой губке, проводят рубки ухода, интенсивность которых зависит от состава и состояния молодняков, их густоты и схемы посадки. При этом необходимо сохранять естественную примесь лиственных пород.

В более взрослых насаждениях со слабой степенью пораженности назначают выборочные санитарные рубки. При этих рубках удалению подлежат сухостой, усыхающие, сильно ослабленные и наклонившиеся деревья с одновременной выборкой деревьев, свежезаселенных стволовыми вредителями. Интенсивность выборочных санитарных рубок и их периодичность зависят от целевого назначения насаждений, их полноты, возраста, общего состояния и других факторов. В возникающих и действующих очагах болезни рекомендуются более интенсивные рубки, чем в затухающих.

Сплошные санитарные рубки с последующей обработкой площадей назначают в насаждениях с сильной степенью поражения. При средней степени поражения рекомендуется проводить санитарные рубки с реконструкцией насаждений. При этом вырубают наиболее пораженную часть выдела с полнотой менее 0,4 и прилегающую к ней полосу шириной от 5 (в затухающих очагах) до 10 м (в действующих очагах болезни). В оставляемой части выдела назначают выборочную санитарную рубку.

Все виды рубок рекомендуется проводить в осенне-зимний период или сухое и жаркое время года, когда споруляция корневой губки не происходит.



На площадях после сплошных и частично сплошных санитарных рубок и вышедших из-под сельскохозяйственного пользования необходимо создавать чистые листовые культуры или смешанные с участием в них хвойных пород, не превышающих 30 %. При этом рекомендуется использовать сеянцы, выращенные из семян устойчивых деревьев, сохранившихся в очагах корневой губки, или сеянцы, инфицированные грибами-антагонистами и микоризообразователями.

Химический метод в очагах корневой губки применяется при обработке пней и почвы.

Химическая защита пней необходима при проведении рубок ухода и санитарных рубок в иные, чем вышеуказанные, сроки. Для этой цели используются водные растворы карбамида (мочевины), сульфата аммония, хлористого цинка, марганцово-кислого калия, буры и водные суспензии фундазола и топсина-М. Для локализации возникающих очагов корневой губки рекомендуется внесение в почву фундазола по периферии очагов одновременно с санитарными рубками.

Для защиты пней и обработки почвы можно применять биопрепараты триходермин и микоризин.

В молодых насаждениях, пораженных опенком, необходимо проводить рубки ухода с удалением пораженных, усыхающих и усохших деревьев. С целью локализации очагов опенка в молодых культурах больные деревья удаляют с корнями.

Во взрослых насаждениях в зависимости от степени их пораженности (слабая, средняя, сильная) проводят выборочные, группово-выборочные и сплошные санитарные рубки с одновременной выкорчевкой пней срубленных деревьев.

Вновь создаваемые культуры, особенно в насаждениях после сплошных санитарных рубок, должны быть смешанными с участием устойчивых к опенку и адаптированных к конкретным почвенно-климатическим условиям пород. Для улучшения условий их роста и повышения устойчивости к опенку рекомендуется проводить известкование почвы, вносить необходимые удобрения и микроэлементы.

При создании культур на вырубках целесообразны предварительная выкорчевка пней с корнями, окорка пней и толстых поверхностных корней или их обжиг. Вместо этих мероприятий рекомендуется химическая обработка пней раствором марганцово-кислого калия и водными суспензиями фундазола или топсина-М.

### **12.6.2. Защита насаждений от стволовых гнилей**

Защита от стволовых гнилей включает комплексы мероприятий, соответствующие каждой группе лесов, а в пределах группы – возрасту насаждений и их целевому назначению.

В защитных лесах нужно своевременно проводить рубки ухода в молодняках и санитарные рубки в средневозрастных, приспевающих и спелых насаждениях. Необходимо своевременно вывозить заготовленную древесину, устранять захламленность, что уменьшает запас инфекции в насаждении и вероятность заражения растущих деревьев.

С целью ограничения заражения деревьев стволовыми гнилями необходимо соблюдать правила проведения санитарных рубок (сроки, способы), осуществлять мероприятия по профилактике морозобоя, низовых пожаров, уплотнения почвы, повреждения копытными животными и воздействия других неблагоприятных факторов.

Вновь создаваемые насаждения должны быть смешанными с подбором пород и использованием схем смешения в соответствии с конкретными почвенно-климатическими условиями.

В парках и особо ценных насаждениях кроме общих санитарно-оздоровительных мероприятий большое значение имеет своевременная обрезка пораженных и усохших ветвей, лечение ран, пломбирование дупел, удаление базидиом возбудителей гнилей.

### **12.6.3. Защита древесины от дереворазрушающих грибов**

Чтобы обезопасить лесоматериалы от заражения дереворазрушающими грибами на складах, необходимы грамотная организация их хранения (правильный выбор места под склады; уборка щепы, коры и других древесных отходов с последующей дезинфекцией почвы; уничтожение всей древесины с признаками гнилей и их возбудителей; пространственная изоляция дровяной древесины и здоровых лесоматериалов), правильный выбор способа хранения и химическая защита.

На складах лесоматериалы хранят сухим или влажным способом в зависимости от его назначения.

Сухой способ применяется для хранения пиломатериалов и круглого леса преимущественно хвойных пород и некоторых сортиментов лиственных. При этом способе влажность древесины быстро доводят до уровня ниже 25 %, что препятствует развитию дереворазрушающих грибов и насекомых.

Для сухого хранения пиломатериалов применяется атмосферная (на свежем воздухе) и камерная сушка. В первом случае пиломатериалы укладывают в штабеля, прикрытые с боков и сверху для предохранения от увлажнения и растрескивания под действием солнечных лучей. Во втором случае свежий пиловочник помещают в сушильные установки (камеры).

Круглые лесоматериалы, предназначенные для сухого хранения, должны быть окорены методами сплошной (чистой) или лубяной (с сохранением лубяного слоя) окорки. Окоренные лесоматериалы укладываются в плотные или плотно-рядовые штабеля. Короткие сортименты укладываются в штабеля-клетки или в невысокие рыхлые поленницы. Для защиты штабелей от дождя и снега над ними сооружают крыши из различных древесных материалов.

Химическая защита лесоматериалов при сухом способе хранения осуществляется путем их антисептирования с применением комбинированных, водорастворимых препаратов: ГР-48, пентахлорфенола, ПБТ, буры и других. Обработка проводится путем опрыскивания лесоматериалов или погружения их в ванны с растворами антисептиков.

Влажный способ применяется для хранения круглых лесоматериалов хвойных и лиственных пород. Этот способ основан на поддержании в древесине того уровня влажности, какой был в растущем дереве. Сохранение высокой влажности в свежезаготовленных и сплавных лесоматериалах достигается хранением их в плотных, плотно-рядовых и пачковых штабелях с покрытием торцевых поверхностей влагозащитными замазками (парфин, петролатум, синтетические смолы и латексы, нефтяные битумы, препараты карбафен-16, ПФК-У-12 и др.).

Химическую защиту свежезаготовленных неокоренных и окоренных лесоматериалов и пиломатериалов проводят путем обработки их водорастворимыми антисептиками ГР-48, ПБТ, ББК-3 и др.

Наилучшие результаты дает влажное хранение круглых неокоренных лесоматериалов хвойных пород с искусственным дождеванием (увлажнением) штабелей в теплое время года.

Небольшие партии древесины хранят замороженными. Круглые неокоренные лесоматериалы можно хранить погруженными в воду.

## **12.7. Система защиты леса и древесины от стволовых и технических вредителей**

Система защиты насаждений от стволовых вредителей включает организацию специального, в том числе феромонного, надзора за появлением и развитием их очагов, сохранение естественных врагов и содействие им, выполнение

правил санитарной безопасности, в том числе санитарно-оздоровительных мероприятий ((вырубка погибших и поврежденных лесных насаждений, очистка лесов от захламления, загрязнения и иного негативного воздействия), установление санитарных требований к использованию лесов и других профилактических и активных истребительных.

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.

В первых двух разделах содержится краткое изложение основных закономерностей массовых размножений стволовых вредителей леса, излагаются методы надзора и учета вредителей, в том числе рекогносцировочного и детального надзора, использования феромонов, надзора в лесах таежной зоны, и дистанционные методы контроля санитарного состояния лесов.

Для *надзора* выбирают насаждения с нарушенной устойчивостью, где вначале проводят рекогносцировочный надзор и при необходимости лесопатологическое обследование, после чего намечают участки для детального надзора. На них ведут периодические наблюдения за наиболее опасными видами стволовых вредителей и учет их численности для оценки ее динамики и угрозы для насаждений. Детальный надзор за стволовыми вредителями обязательно включает контроль состояния насаждений, где развиваются их очаги. В участках детального надзора уточняют видовой состав стволовых вредителей, выявляют наиболее распространенные и значимые виды, устанавливают преобладающие типы и причины усыхания и ослабления деревьев и соответствующие им экологические комплексы стволовых вредителей и их соотношение, уточняют сроки развития основных видов с целью последующего планирования сроков проведения санитарно-оздоровительных мероприятий, определяют численность основных видов стволовых вредителей и другие показатели состояния их популяций. С использованием этих данных определяют тип очагов, динамику и тенденции их развития, прогнозируют предстоящее повреждение насаждений и планируют проведение мероприятий.

При *детальном обследовании очагов* стволовых вредителей закладывают пробные площади и анализируют модельные деревья. На пробных площадях проводят подробное описание участка, перечень деревьев по породам, ступеням толщины, категориям состояния и поврежденности болезнями и другими факторами и заселенности стволовыми вредителями. На основании перечетов и обобщения данных получают характеристику состояния насаждения, пораженности его болезнями и заселенности вредителями, сведения о числе и запасе за-

селенных, 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 и подвергают их полному анализу. 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, их распространении, фенологических особенностях, стадиях обитания.

Для анализа модели дерево срубают, обрубают сучья и тщательно осматривают их. Затем измеряют протяженность ствола, кроны, районов толстой, переходной и тонкой коры. Далее вдоль ствола топором или ножом снимают полосу 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. Можно принять длину круговых палеток для большинства видов насекомых 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 (нескольких десятков единиц учета на 1 дм<sup>2</sup>) их подсчет ведут не по всей площади палетки, а на выбираемых площадках, располагаемых спирально по всей палетке (2-3 учетных 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 (куколок и молодых жуков), для усачей, златок и прочих – плотность личинок под корой, уходов в древесину, куколок, молодых жуков, для тех и других определяют плотность вылётных отверстий.

Измерив площадь палеток, переводят все перечисленные показатели на 1 дм<sup>2</sup>. На основании данных перечета и анализа модельных деревьев составля-

ют 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 дм<sup>2</sup> палеток. Для прочих видов стволовых вредителей вычисляют только плотность молодого поколения. Плотность молодого поколения для короедов 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, смолевок и других видов ксилофагов подсчитывают среднюю плотность молодого поколения отдельно по фазам (личинки, куколки, молодые имаго) и суммарную. Принимают также во внимание число уходов личинок в древесину.

Детальный учет насекомых на палетках при недостатке времени 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, форма ходов из-за их высокой плотности часто деформирована, размер ходов ниже средних размеров ходов для вида. Оценка плотности короедов в 1 – 2 балла указывает на незначительную роль стволовых насекомых в усыхании насаждений, в 3 – 4 балла, напротив, свидетельствует о их высокой численности и значимой роли.

Обследование очагов стволовых вредителей, образующихся в различных экологических условиях под влиянием разных факторов ослабления (ветра и снега, засухи, дефолиации 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 которой 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 основании собственных и литературных данных составлена серия справочных таблиц, где приводятся критерии для оценки плотности поселения вредителей, для оценки плотности молодого поколения или продукции, длины маточных ходов и некоторых других популяционных показателей основных видов.

Для надзора за короедами используют также *феромонные ловушки*, основанные на привлекательности для жуков обоего пола 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 кольям на высоте 1-2 м от земли или на стволах деревьев не кормовых пород не ближе 6 м от живых деревьев кормовой породы. Их размещают в лесах, примерно за 1 неделю до начала лёта короедов. Необходимо периодически очищать приемники 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 дендроктона, древесинников, струйчатого заболонника и др.

В вышеуказанных «Методических рекомендациях...» приведен такой критерий уровня численности короеда-типографа, как уловливість феромонных ловушек барьерного типа за 1 день и 30 дней. По этому критерию судят об угрозе возникновения очага и необходимости защитных мероприятий.

Надзор за стволовыми вредителями одновременно выполняет функции контроля за динамикой состояния ослабленных различными причинами насаждений. Он особенно необходим в очагах корневой губки, опенка, смоляного ра-

ка, сосудистого микоза дуба и голландской болезни, 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 *прогноз развития очагов стволовых вредителей* и на их основе проектируют лесозащитные мероприятия по их локализации.

Угрозу предстоящего заселения насаждений стволовыми вредителями определяют по соотношению деревьев разных категорий (в основном заселенных к не заселенным, но сильно ослабленным) с учетом энергии размножения главных видов и вероятности заселения деревьев разных категорий состояния. Для этого пользуются данными о соотношении деревьев разных категорий состояния и факторах ослабления насаждений и причинах образования очагов стволовых вредителей и интенсивности их воздействия, принимают во внимание метеорологический прогноз, учитывают состав и возраст насаждений и условия их местопроизрастания, от которых зависят 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), типичные районы поселения на деревьях, абсолютной численности (запасе) особей при нормальном состоянии насаждений и в очагах стволовых вредителей по фазам их развития: I – начальной (фазе концентрации), II – собственно вспышки, III – кризиса (фаза рассеивания).

Так, для начальной фазы вспышки характерно изобилие кормовой базы, преобладание в насаждении ослабленных деревьев, число заселенных и недавно отработанных 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 отработанных деревьев в 3 – 5 раз превышает размер естественного отпада, использование типичного района поселения на дереве приближается к полному, энергия размножения несколько сни-



жается (1,5 – 3), а абсолютная плотность вредителей в 5 раз и более превышает нормальную, численность энтомофагов возрастает.

Для фазы кризиса характерно еще большее снижение кормовой базы, снижение ослабленных, заселенных и недавно отработанных деревьев, полное использование типичного района поселения или его превышение, резкое снижение абсолютной плотности особей, которая возвращается к норме или лишь немного превышает её, и высокая численность энтомофагов.

К числу важных профилактических мероприятий в лесах, направленных на снижение уровня численности и предотвращения появления очагов стволовых насекомых относятся ***сохранение естественных врагов стволовых вредителей (птиц и энтомофагов) и содействие им.***

В насаждениях зачастую складывается неблагоприятная обстановка для птиц-дуплогнездников. В молодняках отсутствуют подходящие для гнездования этих птиц микроместообитания, во взрослых насаждениях при санитарных рубках и уборке захламленности часто полностью выбираются дуплистые деревья и бурелом. В лесу, где лесная среда не нарушена или мало нарушена, благодаря наличию дуплистых деревьев, валежа, бурелома сохраняются условия для жизнедеятельности многих полезных животных. Привлечь полезных насекомоядных птиц можно с помощью искусственных гнездовий. В практике требуется соблюдение очень многих условий: выбор правильной формы и глубины гнездовья, формы 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, являющийся обязательным для выполнения всеми предприятиями лесной отрасли и лицами, работающими в лесу и ответственными за аренду лесного фонда. Правила направлены на предупреждение массового размножения стволовых вредителей и болезней леса путем систематически осуществляемых санитарно-оздоровительных мероприятий и поддержания установленных правил при рубках леса и других видах пользования лесом.

Соблюдение правил обязательно при всех видах рубок. Во всех случаях при рубках ухода и выборочных санитарных рубках рекомендуется вырубать в первую очередь больные, поврежденные, угнетенные, усыхающие и сухостойные деревья и назначать в сплошную санитарную рубку насаждения, утратив-

шие 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 находящихся в лесу заготовленных лесоматериалов. Необходимость проведения 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, снеголомных, 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 оценку состояния деревьев проводят с учетом комплекса признаков их повреждения вредителями, болезнями, огнем и другими неблагоприятными факторами. При проведении выборочных санитарных рубок 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 погибших или потерявших биологическую устойчивость насаждениях 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 заселено стволовыми вредителями 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. Доля ликвидной, в том числе деловой, древесины устанавливается на основании материальной оценки лесосек. Распределение объемов санитарно-оздоровительных мероприятий по кварталам года проводят с учетом степени и времени повреждения насаждений, биологии древесной породы и стволовых вредителей и возбудителей инфекционных болезней.

В районах, где в результате стихийных бедствий произошли массовые повреждения лесов, планы всех видов рубок леса корректируют с целью первоочередной разработки потерявших устойчивость и поврежденных древостоев. Санитарно-оздоровительные мероприятия в лесах в зоне радиационного загрязнения осуществляют, руководствуясь специальными инструкциями.

При всех видах санитарных рубок должна быть обеспечена очистка лесосек от порубочных остатков и своевременная вывозка 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 (рубками ухода, выборочными и сплошными санитарными и прочими рубками). 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 имеется опасность возникновения очагов стволовых вредителей. Сроки ее проведения назначают с учетом требований Правил пожарной безопасности. Сроки разработки 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.* Деревья, заселенные стволовыми вредителями, распознают по состоянию кроны, по изреженной листве и хвое, их пожелтению, по поврежденным корням, темному камбию, по наличию буровой муки у основания и в трещинах коры стволов, смоляным воронкам и входным отверстиям насекомых, по насечкам, сделан-

ным усачами для откладки яиц на коре стволов, по обильным потекам смолы или сокотечению на стволах и др. Как правило, заселяются стволовыми вредителями чаще всего 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 имеются ходы стволовых вредителей или их личинки и др.

Заселенность деревьев с вершинным типом ослабления распознают по матовой окраске кроны, по 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 высыпающимся 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 вырубать 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 нужно немедленно окорять или обрабатывать 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, то есть 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. Заселенные 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 первыми заселяют ослабленные деревья 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 рубить 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, окорены и раскряжеваны, в противном случае они превратятся в рассадник стволовых вредителей. При высокой численности вредителей ловчих деревьев должно быть не более общего числа заселенных деревьев, при средней – не более 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 требований 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 обрабатывают инсектицидами перед лётом стволовых вредителей, что вызывает гибель жуков при попытке заселить такие деревья; при этом свежий луб продолжает привлекать других жуков, и деревья выполняют роль отравленных приманок.

*Химические методы* применяются против стволовых вредителей для защиты лесопroduкции в лесу и на складах, когда невозможна их своевременная вывозка, 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 проводят их химическую защиту. 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 использовании для озеленения территорий крупномерного посадочного материала хвойных пород.

Для снижения уровня численности опасных стволовых вредителей, жуки которых дополнительно питаются в кронах деревьев (ильмовых заболонников, сосновых лубоедов, черных хвойных усачей), в опытном порядке применялась химическая обработка крон.

Для *защиты древесины от заселения стволовыми вредителями* 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 РФ 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 её заселении стволовыми вредителями, против которых применение мер защиты малоэффективно или невозможно, необходимы срочная вывозка или переработка. Химическая обработка древесины, предназначенной для сплава, запрещается.

Большую роль играет выбор наиболее подходящего *способа хранения древесины*. Существуют 2 основных способа хранения лесоматериалов: сухой и влажный. Несмотря на существенные технологические различия (характер предварительной подготовки 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 – это снижение влажности лесоматериалов до этого 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, используемых в дальнейшем без продольной распиловки, используют сухой способ хранения. Перед укладкой круглые лесоматериалы подвергают окорке, благодаря которой они быстрее просыхают и не заселяются насекомыми-ксилофагами.

Для круглых окоренных лесоматериалов также применяют в основном 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 окорки, времени заготовки и укладки на сушку, типа штабелей, климатических и погодных условий (температуры и относительной влажности воздуха, силы ветра и т. д.).

*Влажный способ хранения древесины* применяют в основном при хранении круглых лесоматериалов лиственных и хвойных пород, предназначенных для дальнейшей переработки, например, пиловочных и фанерных кряжей. Главная задача влажного хранения – постоянное поддержание в древесине высокой влажности (на уровне, свойственном живому дереву или еще более высоким). Это достигается таким режимом хранения, при котором исключается или затрудняется просыхание лесоматериалов, обеспечивается их охлаждение и затенение. В зависимости от вида лесопродукции, 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 должно быть минимальным. Важное значение имеет время закладки штабелей. Наиболее предпочтительна осенняя штабелевка.

К наиболее 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 погружением их 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 её 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 выше, большой вред древесине в деревянных сооружениях приносят *усачи*. Следует разделять виды усачей, проникающие в дома и постройки вместе с древесиной, поступающей из леса, 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 частично разрушают древесину, после вылета уже не представляют опасности



для строений. Другое дело домовые усачи – *черный* (*Hylotrupes bajalus*) 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 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. Их развитие происходит только в древесине хвойных пород, преимущественно сосны. Древесину лиственных пород они не повреждают. Имея многолетнюю генерацию, они разрушают своими ходами древесину до полной непригодности. Вылетая из одного сооружения, они могут заселять соседние дома и постройки.

*Бострихиды, или капюшонники, ложнокороеды* (сем. Bostrichidae) встречаются преимущественно в южных областях. Они нападают на срубленную древесину, деревянные изделия (доски, паркет и т.д.) и ослабленные деревья, развиваются в столбах и сооружениях из дерева.

Профилактические мероприятия против разрушителей древесины включают надзор за их появлением и распространением и мероприятия, препятствующие заселению древесины.

Очень важно вовремя обнаружить технических вредителей в деревянных домах и постройках. Точильщиков можно определить по круглым вылетным отверстиям и обильно высыпающейся из отверстий мелкой буровой муке, иногда по характерному звуку, издаваемому ими, напоминающему тикание часов, и по присутствию скапливающихся весной на окнах жуков.

Наличие в древесине усачей обнаруживается по округлым вылетным отверстиям и ходам под корой и в древесине, а также по высыпающейся буровой муки и опилкам. Виды усачей, заселившие древесину еще в лесу, вылетают из неё год спустя или даже на второй, иногда третий год после использования свежесготовленной древесины в постройках (например, усачи р. *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. В закрытых деревянных частях построек древесина должна содержать не более 20 % влаги.

Здания должны хорошо проветриваться, чтобы в них не застаивался воздух и не развивалась сырость; их периодически осматривают, в первую очередь деревянные части, не имеющие доступа света и непроветриваемые.

Если для строительства получен круглый лесоматериал, пораженный личинками усачей, рогахвостов 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 её можно использовать для холодных построек.

После выявления очагов поражения и их тщательного осмотра решают вопрос о ремонте здания. Его лучше всего провести одновременно с противопожарным ремонтом, которому периодически подвергают почти все деревянные дома в сухое время года, лучше весной до вылета точильщиков. Если помещения заражены домовым усачом, ремонт можно проводить 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 насекомыми находится в начальной стадии, имеются только отдельные лётные отверстия, древесина почти не разрушена, гнездовые поражения и загнивание отсутствуют, можно ограничиться спринцеванием пораженных частей. Для этого в каждое лётное отверстие впрыскивают шприцем или масленкой жидкий препарат, ядовитый для жуков. Если отверстий слишком много и эта операция затруднена, поверхность с лётными 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 лётные отверстия должны быть закрыты замазкой или пастой. Если в местах обработки появляются новые лётные отверстия, операцию повторяют.

В случае более сильных гнездовых поражений, а также при любой степени повреждения легко сменяемых элементов зданий и самых ответственных из них (лагов, полов, обвязок перегородок и т. п.) заселенные насекомыми-разрушителями части выпиливают и уничтожают, заменяя новыми. Любые лесоматериалы, пораженные домовыми усачами, точильщиками или другими жуками,

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 поражающиеся насекомыми, необходимо антисептировать. Древесину пропитывают антисептиками с помощью кисти или опрыскиванием из гидропульты. 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. Более глубокое проникновение препарата в древесину происходит в горяче-холодных ваннах и в результате применения метода 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 вещества, в составе которых преобладает гексилтиофен. Они образуются при перегонке битуминозных сланцев (фракции при температуре 230–250°C), легко проникают в древесину хвойных пород, обладают сильным контактным действием и почти мгновенно уничтожают насекомых в их ходах. Эти вещества в то же время не ядовиты для человека.

Пораженную жуками мебель необходимо дезинфицировать. При переезде на новые места проживания заселенная точильщиками мебель должна быть уничтожена, 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 %-ным раствором фтористого натрия или смесью следующего состава: 100 ве-

совых частей скипидара, 5 весовых частей воска, 5 весовых частей парафина и 3 весовые части карболовой кислоты.

При слабом поражении и наличии небольшого количества лётных отверстий применяют тот же способ уничтожения вредителей, что и в зданиях. Ядовитый раствор вводят шприцем в лётные отверстия, а затем их замазывают любой антисептической пастой или стекольной замазкой с добавкой 5 %-ного скипидара и 5 %-ного 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.

При значительном разрушении ножек столов, кроватей или шкафов, частей музыкальных инструментов рекомендуется их заменить новыми, а места соприкосновения новых частей со старой поверхностью обмазать пастой или раствором фтористого натрия, кремнефтористого натрия (3 %) или гексахлорана в легких маслах, не меняющих цвета древесины, а потом покрыть лаком.

Если пораженность мебели и дома большая, наблюдается массовое размножение точильщиков или домового усача, проводят газовую обработку мебели или всего помещения. Если поражена только мебель, ее лучше поместить в специальные дезинфекционные камеры, а также использовать специальные препараты. Хороший эффект дает термическая обработка пораженных деревянных изделий в сушилках или в поле электротокков высокой частоты при прогреве до температуры 65–70°C.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Защита леса от вредителей и болезней имеет огромное значение в современном лесном хозяйстве. Методология борьбы с насекомыми-вредителями и патогенными микроорганизмами должна основываться на передовом опыте, применении эффективных препаратов.

Эффективная защита леса от стволовых вредителей возможна лишь при условии своевременного обнаружения очагов их массового размножения. Виды, объемы и сроки проведения санитарно-оздоровительных мероприятий должны определяться результатами мониторинга санитарного состояния насаждений, включающего установление первопричины их ослабления, надзор за динамикой развития очагов болезней и динамикой популяций стволовых вредителей. Мониторинг санитарного состояния лесов является одним из основных направлений лесопатологического мониторинга.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронцов А. И. Лесная энтомология. М.: Высшая школа. 1982. 384 с.
2. Воронцов А. И. Патология леса. М.: Лесная пр-ть. 1978. 266 с.
3. Воронцов А. И., Мозолевская Е.Г., Соколова Э.С. / Технология защиты леса- М.: Экология,1991.-304с.
4. Защита леса от вредителей и болезней. Справочник (А. Д. Маслов, Н. М. Ведерников, Г. И. Андреева и др. Под ред. А. Д. Маслова), М.: Агропромиздат. 1988. 414 с.
5. Исаев А. С., Рожков А. С. Киселев В. В. Черный пихтовый усач. Новосибирск: Наука. 1988. 267 с.
6. Исаев А. С., Хлебопрос Р. Г., Недорезов Д. В. и др. Популяционная динамика лесных насекомых. М.: Наука. 2001. 374 с.
7. Катаев О. А., Мозолевская Е. Г. Экология стволовых вредителей (очаги, их развитие, обоснование мер борьбы). Учебное пособие. Ленингр. лесо-техн. акад. Л. 1982. 87 с.
8. Мамаев Б. М., Стволовые вредители лесов Сибири и Дальнего Востока. М.: Агропромиздат. 1985. 208 с.
9. Маслов А. Д., Кутеев Ф. С., Прибылова М. В. Стволовые вредители леса. М.: Лесная промышленность. 1973. 144 с.
10. Мозолевская Е. Г., Катаев О. А., Соколова Э. С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. М.: Лесная промышленность. 1984. 152 с.
11. Наставление по организации и ведению лесопатологического мониторинга в лесах России. МПР РФ, ВНИИЛМ, М. 2001. 86 с.
12. Приказ Минприроды России от 23.06.2016 № 361 «Об утверждении Правил ликвидации очагов вредных организмов», М.: 2016 г., 8 с.
13. Постановление Правительства Российской Федерации от 20 мая 2017 г. № 607 «О правилах санитарной безопасности в лесах», М.: 2017 г., 6 с.
14. Приказ Минприроды России от 05.04.2017 № 156 «Об утверждении Порядка осуществления государственного лесопатологического мониторинга», М.: 2017 г., 11 с.
15. Приказ Минприроды России от 12.06.2016 № 470 «Об утверждении Правил осуществления мероприятий по предупреждению распространения вредных организмов», М.: 2016 г., 11 с.
16. Приказ Минприроды России от 16.09.2016 № 480 «Об утверждении порядка проведения лесопатологических обследований и формы акта лесопатологического обследования», М.: 2016 г., 24 с.

17. Рекомендации по применению феромона для надзора и защиты еловых насаждений от короеда типографа. Гослесхоз СССР. М. 1987. 16 с.
18. Федеральный закон от 30.12.2015 № 455-ФЗ «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации в части совершенствования регулирования защиты лесов от вредных организмов», М.: 2015 г., 6 с.
19. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 27.12.2018), М.: 2006 г., 57 с.
20. Мелехов И. С. Лесоведение: учебник для ВУЗов. – М.: МГУЛ, 1999. – 398 с.
21. ГОСТ 21507-2013 Защита растений. Термины и определения, М.: 2015. – 56 с.
22. Ижевский С. С, Никитский Н. Б., Волков О. Г., Долгин М. М. Иллюстрированный справочник жуков - ксилофагов - вредителей леса и лесоматериалов Российской Федерации, Тула.: 2005 – 127 с.

*Учебное издание*

**Соколов Роман Александрович**

## **Лесоведение**

Часть 1

Учебное пособие

Редактор *Л. Г. Подорова*  
Корректор *Л. И. Иванова*  
Компьютерная верстка: *Р. А. Соколов*

---

Подписано в печать 28.08.2020. Формат 60×84/16.  
Усл. печ. л. 8,37. Тираж 100 экз. Заказ 130

---

Издательский центр  
Пермского государственного  
национального исследовательского университета.  
614990 г. Пермь, ул. Букирева, 15

Типография ПГНИУ.  
614990 г. Пермь, ул. Букирева, 15