

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра воспроизводства и переработки лесных ресурсов

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

_____ Е.И. Луковникова

« _____ » _____ 201__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

Б1.В.03

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

35.03.10 Ландшафтная архитектура

ПРОФИЛЬ ПОДГОТОВКИ

Садово-парковое и ландшафтное строительство

Программа академического бакалавриата

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ	4
3.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения.....	4
3.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости	5
4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий	5
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	7
4.3 Лабораторные работы.....	43
4.4 Практические занятия.....	43
4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат.....	43
5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	44
6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	45
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	45
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	46
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	46
9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ	46
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	78
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	78
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	79
Приложение 2. Аннотация рабочей программы дисциплины	84
Приложение 3. Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе	85

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Вид деятельности выпускника

Дисциплина охватывает круг вопросов, относящихся к производственно-технологической, научно-исследовательской и проектно-конструкторской профессиональной деятельности выпускника в соответствии с компетенциями и видами деятельности, указанными в учебном плане.

Цель дисциплины - ознакомление обучающихся с главнейшими группами и видами возбудителей болезней древесных пород, их ролью в ухудшении состояния, снижении устойчивости, средозащитных и санитарно-гигиенических свойств и функций и продуктивности лесов и декоративных насаждений в городах, а также с главнейшими группами и видами вредителей лесных декоративных растений, их ролью в лесах и в объектах озеленения

Задачи дисциплины - овладение практическими и теоретическими знаниями, необходимыми для диагностики состояния древостоев и причин поражения растений в зеленых насаждениях, определения размера ущерба и целесообразности применения профилактических и защитных мер, выбора методов и средств оздоровления насаждений и активной борьбы с патогенами; ознакомление бакалавров с необходимыми теоретическими и практическими знаниями в области лесной энтомологии, необходимыми для научного обоснования и практической реализации мероприятий по защите леса от вредителей

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-2	понимание роли основных компонентов урбоэкосистем в формировании объектов ландшафтной архитектуры в различных климатических, географических условиях с учетом техногенной нагрузки	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные компоненты урбоэкосистем в формировании объектов ландшафтной архитектуры; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать компоненты урбоэкосистем в формировании объектов ландшафтной архитектуры в различных климатических, географических условиях с учетом техногенной нагрузки; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – пониманием роли основных компонентов урбоэкосистем в формировании объектов ландшафтной архитектуры в различных климатических, географических условиях с учетом техногенной нагрузки
ПК-2	готовность назначать и проводить мероприятия по содержанию объектов ландшафтной архитектуры	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – мероприятия по содержанию объектов ландшафтной архитектуры; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – назначать и проводить мероприятия по содержанию объектов ландшафтной архитектуры; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – приемами и способами по содержанию объектов ландшафтной архитектуры.
ПК-3	готовность реализовывать технологии выращивания посадочного материала: декоративных деревьев и кустарников, цветочных культур, газонов в открытом и закрытом грунте	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – технологии выращивания посадочного материала: декоративных деревьев и кустарников, цветочных культур, газонов в открытом и закрытом грунте; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – реализовывать технологии выращивания посадочного материала: декоративных деревьев и кустарников, цветочных культур, газонов в открытом и закрытом грунте; <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – приемами и способами реализовывать технологии выращивания посадочного материала: декоративных деревьев и кустарников, цветочных культур, газонов в открытом

		и закрытом грунте
ПК-13	готовность провести эксперимент по заданной методике, проанализировать полученные результаты	знать: – методики проведения мероприятий по защите растений; уметь: – проводить эксперимент по заданной методике, проанализировать полученные результаты; владеть: – готовностью проведения эксперимента по заданной методике.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.03 Защита растений относится к вариативной части.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: почвоведение, декоративная дендрология, физиология с основами анатомии.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, Защита растений представляет основу для изучения дисциплины: селекция и генетика, селекционное семеноводство.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации бакалавр.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	3	5	144	51	17	34	-	57	-	экзамен
Заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Заочная (ускоренное обучение)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2. Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и трудоемкости

Вид учебных занятий	Трудо- емкость (час.)	в т.ч. в ин- терактив- ной, актив- ной, иннова- ционной формах, (час.)	Распределение по семестрам, час
			5
1	2	3	4
I. Контактная работа обучающихся с пре- подавателем (всего)	51	11	51
Лекции (Лк)	17	8	17
Лабораторные работы (ЛР)	34	3	34
Групповые (индивидуальные) консультации	+	-	+
II. Самостоятельная работа обучающихся (СР)	57	-	4
Подготовка к лабораторным работам	37	-	2
Подготовка в течение семестра к экзамену	20	-	2
III. Промежуточная аттестация экзамен	36	-	36
Общая трудоемкость дисциплины час.	144	-	144
зач. ед.	4	-	4

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебных занятий

- для очной формы обучения:

№ раз- дела и темы	Наименование раздела и тема дисциплины	Трудо- ем- кость, (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обу- чающихся и трудоемкость; (час.)		
			учебные занятия		самостоя- тельная работа обучаю- щихся
			лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4	6	7
1.	Типы болезней. Возбудители инфекционных болезней растений и насаждений: их систематика и биологические особенности. Характеристика важнейших неинфекционных и инфекционных болезней растений в лесах и на объектах озеленения	42	7	16	19
1.1.	Грибы как возбудители болезней. Систематика грибов	21	4	8	9
1.2.	Бактерии, вирусы, фитонематоды, паразитические цветковые растения, их патогенность и меры борьбы с ними.	21	3	8	10
2.	Вредители растений, система- тика, биология, экология, вре- доносность главнейших эко- лого-хозяйственных групп и видов вредителей леса и на-	49	8	14	27

	саждений на объектах озеленения.				
2.1	Основные понятия морфологии, анатомии и физиологии насекомых. Внешнее строение насекомых. Сегментация тела. Голова, грудь, брюшко и их придатки. Наружный скелет. Кожные покровы, мышечная система, полость тела. Органы пищеварения. Механическая и химическая переработка пищи. Переваривание насекомыми древесины. Кровеносная система. Органы и процесс дыхания. Органы выделения. Нервная система. Органы чувств. Половая система, плодовитость и размножение насекомых. Развитие насекомых. Метаморфоз. Жизненный цикл насекомых. Диапауза.	19	3	6	10
2.2	Состав группы вредителей растений. Вредители плодов и семян древесных растений. Вредители всходов и сеянцев питомников, лесных культур, естественного возобновления и молодняков. Комплекс почвенных насекомых.	14	2	4	8
2.3	Членистоногие филофаги в зеленых насаждениях города, состав и структура комплекса, их распространение и роль. Хвое- и листогрызущие вредители. Стволовые вредители. Семейство короеды. Вредители цветочных культур открытого грунта. Вредители основных цветочных культур защищенного грунта. Вредители газонных трав.	16	3	4	9
3.	Методы и система мероприятий и технология защиты растений от болезней и вредителей.	17	2	4	11
3.1	Классификация методов защиты растений от болезней и вредителей по их направленности, средствам и технологии.	17	2	4	11
	ИТОГО	108	17	34	57

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

Раздел 1. Типы болезней. Возбудители инфекционных болезней растений и насаждений: их систематика и биологические особенности. Характеристика важнейших неинфекционных и инфекционных болезней растений в лесах и на объектах озеленения

Тема 1.1 Грибы как возбудители болезней. Систематика грибов.

Фитопатология – наука о болезнях растений, их причинах и мерах борьбы с ними. В ее названии соединены корни трех греческих слов: phyton - растение, pathos – болезнь, logos – учение. Различают общую, сельскохозяйственную и лесную фитопатологию. Общая рас-

смачивает причины болезней растений, закономерности взаимоотношений между возбудителями болезней, пораженными растениями и окружающей средой, факторы устойчивости растений к болезням и другие общие теоретические вопросы. Сельскохозяйственная изучает болезни сельскохозяйственных культур и разработкой мер борьбы с ними. Лесная фитопатология изучает болезни древесных растений и процессы биологического разрушения древесины на складах, в сооружениях и постройках, разрабатывает меры борьбы с ними. Процесс возникновения, становления и развития фитопатологии как науки связан с именами многих отечественных и зарубежных ученых. Основателем лесной фитопатологии считается немецкий ботаник, лесовод и фитопатолог Роберт Гартиг (1839 – 1901). В 1874 г. вышел в свет его учебник «Болезни древесных пород». Классические исследования грибов – возбудителей заболеваний растений были выполнены выдающимся русским ученым, основателем отечественной микологии и фитопатологии академиком М.С. Ворониным (1838-1903). Неоценимый вклад в развитие внесли такие ученые как А.А. Янчевский, С.И. Ванин и др. На современном этапе развития лесной фитопатологии большое внимание уделяется изучению факторов иммунитета растений, причин возникновения эпифитоптий и их прогнозированию, разработке систем мероприятий по борьбе с наиболее опасными болезнями и комплексами заболеваний в определенных объектах (питомниках, теплицах, городских посадках и т.д.).

Симптомы болезней растений. Видимые признаки болезней, доступные невооруженному глазу, называют симптомами. Различают симптомы типичные (регулярно появляющиеся при данном заболевании) и нетипичные; главные (наиболее характерные для данной болезни) и сопутствующие; специфические (свойственные лишь одной болезни) и общие (наблюдаемые при различных заболеваниях); первичные (появляющиеся первыми) и вторичные (возникающие при дальнейшем развитии болезни).

Типы болезней растений. Болезнь диагностируется по вызвавшим ее причинам, возбудителю и симптомам поражения, ослабления растения. По совокупности сходных внешних и внутренних признаков проявления инфекционные и неинфекционные болезни группируются по типам. Типом болезни называют группу заболеваний, характеризующихся определенным комплексом сходных симптомов и объединяемых общим названием. Наиболее часто встречаются следующие типы болезней растений. **ГНИЛЬ.** Болезни этого типа вызываются грибами и бактериями. Для них характерны резкие нарушения структуры, распад тканей пораженных органов растений. Гнилью могут поражаться различные части растений: плоды, семена, луковицы, корни, стволы и др. **РАК.** Болезни, характеризующиеся развитием тканевых новообразований: наростов (опухолей), образующихся вследствие усиленного деления и разрастания клеток или незарастающих, окруженных наплывами язв, смолоточащих ран и т.п. Раковые новообразования могут возникать на стволах, корнях и других органах растений. Вызываются они грибами или бактериями, однако первопричиной развития рака могут быть механические повреждения (при раневом раке), резкая смена температур (при морозобойном раке). **ВИЛТ.** Тип сосудистых болезней, связанных с поражением проводящей системы растений и проявляющихся в увядании (усыхании) всего растения или его части. **НЕКРОЗ КОРЫ.** Тип грибных болезней, которые характеризуются поражением коры и камбия с изменением цвета, отмиранием тканей и формированием в них специфических грибных образований (стром, спороношений и др.) **РЖАВЧИНА.** Болезни, вызываемые ржавчинными грибами, (скопление оранжево-желтых, ржаво-бурых или темно-бурых спор, выступающих наружу через разрывы покровных тканей: эпидермиса и кутикулы листьев, коры стволов и ветвей). **ВЕДЬМИНЫ МЕТЛЫ.** Густые скопления укороченных побегов, возникающих из спящих почек вследствие заражения их грибами, вирусами, бактериями, насекомыми и неинфекционными факторами. Представляет собой множество тесно сгущенных тонких побегов, образовавшихся на небольшом отрезке ветви в результате интенсификации ростовых процессов под влиянием патогена. Ведьмины метлы чаще всего возникают при поражении растений грибами и вирусами. **ШЮТТЕ.** Болезнь хвойных пород. Вызываются различными видами грибов и проявляются в изменении цвета, отмирании и опадении хвои **МУЧНИСТАЯ РОСА.** Вызываются грибами мучнисторосяных. Их своеобразие заключается в том, что мицелий патогена развивается на поверхности растений, образуя тонкий паутинистый или более плотный ватообразный налет белого цвета. **ПЯТНИСТОСТЬ.** Это один из самых распространенных в природе типов болезней растений. Пятнистости вызываются грибами,

бактериями, вирусами, а также неблагоприятными абиотическими факторами. Болезни этого типа проявляются в отмирании (некрозе) тканей отдельных участков пораженного органа, что сопровождается изменениями их окраски, структуры, а при грибных пятнистостях — появлением на них спороношений патогена. **МУМИФИКАЦИЯ.** Так называют грибные болезни, при которых мицелий паразита, обильно разрастаясь в тканях пораженного органа, превращает его в плотное черное образование — «мумию», или склероциальную строму, состоящую из сплетения гиф гриба и остатков растительной ткани. Чаще всего встречается мумификация плодов и семян, но мумифицироваться могут также отдельные участки листьев и других органов растений. **ПАРША.** Поражение покровных тканей листьев, плодов и побегов, сопровождающееся пятнистостью, растрескиванием и струповидным шелушением соответствующих участков. Парша вызывается некоторыми видами грибов. Встречается на плодовых деревьях, осине, тополе, иве. **АНТРАКНОЗ.** Грибное заболевание, проявляющееся в образовании углубленных язв или сухой гнили при поражении плодов, семян и других мясистых органов растений, а также в форме пятнистостей при поражении листьев. **ДЕФОРМАЦИЯ.** Нарушение формы тех или иных органов растений могут возникать под влиянием различных факторов, но чаще всего вызывается патогенами. Типы деформаций весьма разнообразны. Так, деформации листьев проявляются в виде курчавости, пузыревидных вздутий, нитевидности, морщинистости. Это связано с неравномерным ростом отдельных частей листовой пластинки. Мешковидное или листовидное разрастание пораженных тканей происходит при деформациях плодов и семян (образуются так называемые кармашки, или дутые плоды). При деформациях цветков наблюдается превращение генеративных частей в вегетативные (махровость), непомерное разрастание или, наоборот, недоразвитие цветка. Встречаются также деформации побегов, стеблей в виде искривлений, утолщений деформации корней и стволов в виде опухолей. **ОЖОГ.** Болезни типа ожога могут быть вызваны грибами или бактериями. Они проявляются на различных органах древесных растений: молодых побегах, цветках, коре стволов и ветвей, иногда на почках и молодых листьях. Цветки и побеги внешне отмирают и чернеют. Листья также чернеют, но не опадают, а свертываются и остаются на ветвях. Кора покрывается пузырями и растрескивается, поэтому дерево выглядит, как опаленное огнем. При бактериальных ожогах из пораженных листьев и трещин коры иногда вытекает мутная жидкость, содержащая массы бактерий, и застывает на поверхности ветвей в виде капель и подтеков. **ПЛЕСЕНЬ.** На поверхности пораженных органов растений образуется паутиновые или порошачие налеты, состоящие из мицелия и спор грибов различного цвета (зеленая, розовая, серая и другие плесни). **ЧЕРНЬ.** Так называют черные, напоминающие сажу налеты на зеленых частях растений, образуемые мицелием и спороношениями сапротрофных сажистых грибов, которые питаются не за счет тканей растения-хозяина, а за счет посторонних поверхностных наносов (различных выделений насекомых или самого растения, пыли и др.). **МОЗАИКА.** Неравномерная окраска листьев, чередование темно-зеленых участков листа с более светлыми, создающее мозаичность расцветки, характерны для многих вирусных болезней растений, но могут быть связаны и с недостатком отдельных элементов питания. **ХЛОРОЗ.** Побледнение или пожелтение листьев в результате снижения содержания в них хлорофилла. Причиной хлороза чаще всего являются нарушения минерального питания растений.

Грибы (Fungi, Mycetes) – группа живых организмов, лишенных хлорофилла, питающихся готовыми органическими веществами. Всего в природе насчитывается свыше 100000 видов грибов, ареал которых охватывает всю Землю; видовой состав различных регионов зависит от климатических, почвенных и флорафаунистических особенностей данной территории. Строение грибов. Вегетативное тело гриба – мицелий, или грибница, - представляет собой систему ветвящихся нитей, или гиф, находящихся в субстрате (почве, растительных остатках, древесине, живых растениях или животных и т.п.), на котором растет гриб. Над поверхностью субстрата у большинства грибов находится лишь плодовые тела, имеющие различную консистенцию, окраску, форму: шляпки на ножках, корочки, пленочки, порошкообразные налеты (плесени) и др. Они также состоят из гиф, только более плотно переплетенных между собой. Нити грибницы, переплетаясь, образуют ложную ткань, или плектенхиму. У низших грибов гифы не имеют поперечных перегородок и весь мицелий представляет одну гигантскую клетку со множеством ядер (неклеточный мицелий). У высших грибов гифы не

имеют поперечные перегородки, делящие их на отдельные клетки, в каждой из которых находится одно, два или больше ядер. Параллельно идущие гифы могут образовывать так называемые мицелиальные тяжи, отходящие (в почве) от плодовых тел шляпочных грибов, или ризоморфы – более плотные и толстые тяжи, служащие для притока воды и питательных веществ. Переплетающиеся гифы с толстыми оболочками образуют так называемые склероции (округлые или неправильной формы образования размером от долей миллиметра до нескольких десятков сантиметров), предназначенные для переживания неблагоприятных условий; попадая в почву при благоприятных условиях, склероции прорастают, давая начало мицелию или в ряде случаев плодовым телам. Клетки большинства грибов покрыты плотной оболочкой, построенной из полисахаридов – целлюлозы и хитина. В состав клеточной стенки входят также белки, липиды, полифосфаты и другие органические вещества. Размножение грибов. Размножение у грибов может быть вегетативным, бесполом и половым. Вегетативное размножение осуществляется оторвавшимися участками мицелия, почкованием клеток (у дрожжей), атроспорами и хламидоспорами. Атроспоры возникают в результате распада гиф на отдельные клетки, каждая из которых дает начало новому организму. Хламидоспоры образуются так же; они имеют более толстую плотную и темную оболочку, способны хорошо переносить неблагоприятные условия. Бесполое размножение происходит путем образования спор (эндо- или экзогенным путем). Эндогенные споры, характерные для большинства низших грибов, образуются внутри специальных клеток – спорангиев и называются спорангиоспорами. Споры некоторых низших грибов обладают органом движения – жгутиком и способны к передвижению в воде (зооспоры). Экзогенные споры (конидии) образуются на конидиеносцах – особых выростах мицелия, поднимающихся обычно вертикально от субстрата. Распространение таких спор происходит с током воздуха после разрыва оболочки конидиеносца (или спорангия). Половое размножение грибов осуществляется путем слияния мужских и женских половых клеток (гамет). У одних низших грибов сливаются одинаковые или различные по размерам гаметы (изо- или гетерогамия). Иногда имеет место оогамия; в этом случае развиваются женские половые органы – оогонии и мужские – антеридии. В оогониях яйцеклетки оплодотворяются сперматозоидами или особыми выростами (отрогами) антеридия, переливающимися свое содержимое в оогоний. У некоторых грибов (зигомицеты) мужские и женские половые органы представляют собой внешне неразличимые клетки, находящиеся на концах мицелия; половой процесс (зигогамия) состоит в их слиянии. Зиготы всех низших грибов некоторое время находятся в состоянии покоя; прорастанию предшествует редукционное деление. У многих высших грибов, имеющих многоклеточный мицелий, половое размножение осуществляется путем слияния содержимого двух различных по внешнему виду половых органов, недифференцированных на отдельные гаметы. У некоторых высших грибов произошло угасание типичного полового процесса и оплодотворение осуществляется слиянием обычных вегетативных клеток; после слияния ядер происходит редукционное деление, а образующиеся гаплоидные ядра становятся ядрами спор полового размножения. Такой тип полового процесса (соматогамия) особенно характерен для базидиомицетов. Половое и бесполое спороношение сменяются в жизненном цикле грибов закономерно; половое размножение обычно завершает жизненный цикл. Питание грибов. Грибы являются гетеротрофами, т.е. организмами, нуждающимися в питании готовыми органическими веществами. Большинство грибов – сапрофиты и живут за счет разлагающихся организмов, некоторые из грибов – паразиты; имеются промежуточные формы, которые в зависимости от условий способны вести или сапрофитный, или паразитарный образ жизни. Особым типом существования грибов является симбиоз почвенных грибов с корнями высших растений – так называемая микориза. Питание грибов осуществляется осмотически – путем всасывания воды и растворенных в ней органических и неорганических веществ всей поверхностью грибницы. Относясь к аэробным организмам, грибы обладают кислородным дыханием, хотя некоторые грибы, например дрожжи, могут обходиться малым количеством кислорода. Многие виды грибов вызывают различные типы брожения, например спиртовое, вызываемое дрожжевыми и некоторыми муковыми грибами, или брожение с образованием органических кислот – лимонной, щавелевой и др., что нашло практическое применение в промышленности. Систематика грибов При определении систематического положения грибов учитывают тип полового процесса, число жгутиков у подвижных стадий, характер обра-

зования плодовых тел, их форму, морфологические особенности и т.д. В соответствии с существующей классификацией грибы подразделяют на следующие классы: □ 1. Хитридиевые (Chytridiomycetes). Мицелий нет или он находится в зачаточном слабо развитом состоянии, зооспоры одножгутиковые подвижные, половой процесс изо-, гетеро- и оогамный. Большинство хитридиевых – водные организмы, некоторые представители – внутриклеточные паразиты – возбудители болезней растений (например, рак картофеля). □ 2. Оомицеты (Oomycetes). Мицелий неклеточный, зооспоры с двумя жгутиками, из которых один перистый. Половой процесс оогамный; половой продукт – ооспора. Одни представители этого класса живут в воде, другие – в почве. Водные оомицеты – возбудители заболеваний рыб, разрушают икру рыб и лягушек. Другие оомицеты – паразиты растений (фитофтороз картофеля, милдью винограда, пероноспороз сахарной свеклы и др.). □ 3. Зигомицеты (Zygomycetes). Почвенные сапрофиты. Мицелий большей частью неклеточный. Размножение спорангиоспорами, реже конидиями; те и другие без жгутиков. Половой процесс – зигогамия. Ферменты, выделяемые из этих грибов, используют для получения ферментных препаратов, осветления соков, приготовления спиртных напитков. В классе зигомицетов выделяют отдельный порядок энтомофилов – паразитов насекомых. Некоторые из них выделяют гибель личинок комаров и мух, в связи с чем на их основе разрабатываются методы биологической борьбы с вредными насекомыми. 4. Аскомицеты (Ascomycetes) – сумчатые грибы. Мицелий большей частью хорошо развитый, часто имеется как сумчатая, так и конидиальная стадия. Половой процесс оогамный; продукт оплодотворения – сумка (аск) с аскоспорами. Эти грибы широко распространены в природе на разных субстратах. Некоторые аскомицеты вызывают кожные заболевания человека и животных – дерматомикозы. Отдельные виды используют для получения лекарственных препаратов (например, склероции спорыньи, применяемые главным образом в акушерстве). □ 5. Базидиомицеты (Basidiomycetes). Мицелий хорошо развитый, многоклеточный. Половой процесс – соматогамия; споры образуются в особых спороносных образованиях – базидиях. К базидиомицетам относят большинство употребляемых человеком в пищу грибов, ядовитых грибов, а также паразитов злаковых и других сельскохозяйственных культур. □ 6. Дейтеромицеты (Deuteromycetes) – несовершенные грибы. Мицелий хорошо развитый, многоклеточный. Половой процесс отсутствует; бесполое размножение осуществляется конидиями. Обширная группа грибов; отдельные представители обитают на разных субстратах; паразиты растений, животных и человека (поражают легкие, глаза и другие органы).

Тема 2.2 Бактерии, вирусы, фитонематоды, паразитические цветковые растения, их патогенность и меры борьбы с ними.

Бактериальные заболевания подразделяются на несколько групп в зависимости от признаков. К первой группе относятся поражения, сопровождающиеся гнилостным распадом мягких растительных тканей (сухим или мокрым). Бактерии (греч. bakterion — палочка), большая группа (тип) микроскопических, преимущественно одноклеточных организмов, обладающих клеточной стенкой, содержащих много дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), имеющих примитивное ядро, лишённое видимых хромосом и оболочки, не содержащих, как правило, хлорофилла и пластид, размножающихся поперечным делением (реже перетяжкой или почкованием). Морфология и систематика обычно равен 1—2 мкм, ширина палочковидных форм колеблется от 0,4 до 0,8 мкм, длина равна 2—5 мкм. Шаровидные бактерии называются кокками, если же они располагаются попарно, если кокки размножаются поперечным делением и после деления остаются соединёнными, образуя цепочки, то их называют стрептококками. При делении клеток в трёх взаимно перпендикулярных направлениях образуются пакеты клеток, типичные для сарцин. При делении кокков в различных плоскостях возникают скопления клеток в виде грозди винограда, что характерно для стафилококков. Палочковидные, образующие споры, называются бациллами. Палочковидные формы могут иметь «обрубленные» или выпуклые концы и располагаются отдельно или, реже, в виде цепочки, образующие длинные нити, — нитчатые бактерии, обитают преимущественно в воде. Б. в форме запятой — вибрионы, извитые формы с грубыми спиральными завитками — спириллы, с несколькими равномерными тонкими завитками — спирохеты. Жизненный цикл. Изменение морфологии клеток Б. во времени даёт представление об их жизненном цикле. Так, многие аэробные и анаэробные Б. образуют овальные или круглые блестящие споры.

Такие виды Б. называются спороносными (или бациллами). Если споры крупные и располагаются в центре клетки, то палочка приобретает веретенообразную форму; у других видов спора располагается на конце палочки, и тогда последняя приобретает форму булавы или барабанной палочки. У многих спороносных бактерий диаметр споры невелик, и поэтому при образовании споры сохраняется палочковидная форма Б.. В дальнейшем остатки вегетативной клетки разрушаются, и спора становится свободной. В каждой клетке образуется только одна спора и, следовательно, спорообразование нельзя рассматривать как размножение. Споры Б. очень устойчивы к действию высокой температуры и ядовитых веществ. Поняв в благоприятную питательную среду, споры прорастают и из них выходят молодые палочковидные вегетативные клетки. Цикл развития Б. может быть различным. Так, микобактерии размножаются как делением, так и почкованием. У миксобактерий вегетативные клетки сжимаются, сокращаются и образуют круглые или овальные микроцисты, которые потом могут прорасти. Соединённые слизью микроцисты образуют тела шаровидной, грибовидной или коралловидной формы зелёного, розового или иного цвета.

Бактериальные болезни растений, бактериозы, болезни растений, вызываемые бактериями. Передача возбудителей бактериозов возможна с семенами (гомоз хлопчатника и др.), с неперегнившими остатками больных растений, при уходе за растениями, прививках, с воздушными токами, брызгами дождя, насекомыми, моллюсками, нематодами. Меры борьбы: протравливание семян, дезинфекция саженцев и черенков, почвы в парниках и теплицах; обработка вегетирующих растений бактерицидами или антибиотиками; уничтожение остатков больных растений; обрезка больных побегов и дезинфекция поврежденных ветвей; уничтожение заболевших растений; правильное чередование культур в полях севооборота; правильный режим питания и водоснабжения растений; выведение устойчивых сортов.

Вирусные заболевания чаще всего проявляются в изменении естественной зелёной окраски, появлении белесых или желтоватых пятен на листьях и стеблях. Все разновидности таких заболеваний можно объединить под общим названием - мозаика.

Вирусные болезни растений, заболевания растений, вызываемые вирусами. Поражают представителей различных семейств цветковых растений, хвойных, папоротников, водорослей и грибов. Часто резко снижают урожай с.-х. культур и его качество. В. б. р. делят на мозаики и желтухи. Основным симптомом мозаик — мозаичная (неравномерная) окраска листьев, обусловленная нарушениями в пластидном аппарате клеток ассимиляционной паренхимы листьев. Из болезней этой группы наиболее вредоносны: мозаика табака, мозаика и стрик томата, морщинистая и полосчатая мозаики картофеля, мозаика свёклы и др. Для желтух характерны: общий хлороз листьев; расстройство (нередко карликовость) роста; скручивание, курчавость листьев; чрезмерное скопление в них углеводов, вызывающее их жёсткость и хрупкость. К желтухам относят желтуху свёклы, закручивание злаков, скручивание листьев картофеля и т.д. Из этой группы В. б. р. исключены бывшие в ней ранее желтуха астр, столбур томата и др., вызываемые микоплазмopodobными возбудителями. Мозаики легко передаются с соком больных растений во время пикировки рассады, при пасынковании, при соприкосновении больных и здоровых растений и лёгком взаимном травмировании их, например, при ветре, иногда через семена, а также сосущими насекомыми (главным образом тлями). Перенос вируса при этом происходит чисто механически. Желтухи распространяются преимущественно насекомыми-переносчиками, главным образом цикадами. Передача вирусов происходит биологически после предварительного размножения вируса в теле насекомого (инкубационного периода). Переносчиками В. б. р. могут быть и растительноядные клещи, нематоды, низшие грибы. Возможна передача вирусов *повиликой*. Почти все В. б. р. легко передаются потомству при вегетативном размножении, прививках. Вирусы зимуют в растениях, в их отмерших остатках, в переносчиках, в посевном и посадочном материале. На скорость размножения вирусов в растительных тканях и на проявление симптомов болезни большое влияние оказывают возраст растений (наиболее восприимчивы молодые растения), условия их питания и другие факторы внешней среды.

Нематодные болезни растений, болезни растений, вызываемые вредными растительноядными нематодами. Наблюдаются у многих культурных и диких растений (травянистых, древесных, кустарников). Общие признаки Н. б. р. проявляются замедлением появления всходов и их роста, слабым цветением, частичной (иногда значительной) гибелью растений в моло-

дом возрасте, снижением или гибелью урожая с.-х. культур. Внедрение нематод в корни растений может привести к сильному ветвлению корневой системы и отгниванию мелких корней (свекловичная, картофельная, овсяная гетеродеры), к образованию галлов разной формы (галловые нематоды на корнях овощных и технических культур), заостренных вздутий — «клювиков» (угрица *Anguina radiculicola* на корнях диких злаков), язв, приводящих к отмиранию корней (нематоды родов *Paratylenchus* и др.). Нарушая целостность корней, в процессе питания нематоды способствуют проникновению в растение патогенных грибов, бактерий и вирусов. Стеблевые нематоды вызывают веретеновидное утолщение стеблей, недоразвитие листовой пластинки и её деформацию (у флоксов), вздутие листовых черешков, усов, гофрировку листовой пластинки (у земляники), образование на периферии клубней мягких тёмных пятен (у картофеля), разрыхление ткани сочных чешуй, растрескивание донца (у луковичных растений). Земляничная нематода (*Aphelenchoides fragariae*) приводит к изреживанию «сердечка» куста, недоразвитию листовых пластинок вокруг центральной жилки. Поражение листовыми видами наблюдается у хризантем, бегоний, рудбекий, глоксиний и папоротников; у этих растений отмирают сначала части листьев между жилками, затем вся пластинка бурет, усыхает. При паразитировании нематод в цветковых частях пшеницы, полбы, ржи оплодотворения не происходит; женские органы превращаются в «галлы», напоминающие зерно, но коричневого цвета, с твёрдой оболочкой и массой личинок нематод (*Anguina tritici*) внутри; колос укороченный, с волнистыми остями, растения созревают позднее. Болезнь риса — афеленхоидоз, или «беловершинность», вызываемая нематодой *Aphelenchoides besseyi*, характеризуется побелением (обесцвечиванием) верхушек листьев, истощением растения, щуплостью или отсутствием зерна. Под колосковыми чешуями находятся нематоды в разных стадиях развития. Заболевание риса — «уфра» вызывается нематодой *Ditylenchus angustus*, ведёт к истощению растения и пустозёрности. Возбудители Н. б. р., попадая в почву, переносятся с ней на др. участки сельскохозяйственным инвентарём, колёсами транспорта, с водой, окоренёнными саженцами. Меры борьбы. Обработка зараженных растений, почвы нематоцидами; оздоровление посадочного и семенного материала; внесение повышенных норм калийных удобрений и использование микроэлементов против галловых нематод; севооборот с непоражающимися культурами; внедрение устойчивых сортов овощных, картофеля, зерновых.

Раздел 2. Вредители растений, систематика, биология, экология, вредоносность главных эколого-хозяйственных групп и видов вредителей леса и насаждений на объектах озеленения

Основные группы болезней растений

Тема 2.1 Основные понятия морфологии, анатомии и физиологии насекомых. Внешнее строение насекомых. Сегментация тела. Голова, грудь, брюшко и их придатки. Наружный скелет. Кожные покровы, мышечная система, полость тела. Органы пищеварения. Механическая и химическая переработка пищи. Переваривание насекомыми древесины. Кровеносная система. Органы и процесс дыхания. Органы выделения. Нервная система. Органы чувств. Половая система, плодовитость и размножение насекомых. Развитие насекомых. Метаморфоз. Жизненный цикл насекомых. Диапауза - компьютерная презентация (3 часа)

Внешнее строение. Тело насекомого состоит из трех четко различимых отделов – головы, груди и брюшка. Голова образована несколькими слившимися сегментами и несет ротовые придатки и сенсорные органы – глаза и антенны (усики, или сяжки). Выделяют несколько областей головы. Между глазами и ниже антенн находится лоб, выше – темя, сзади – затылок; между нижним краем глаз и ротовым аппаратом расположены щеки. Эти области могут разделяться на различные участки, очертания которых крайне важны для классификации насекомых. *Глаза* у взрослых насекомых обычно хорошо заметны и у многих видов занимают большую часть головы. Они бывают двух типов. Сложные, или фасеточные, глаза состоят из отдельных зрительных элементов, число которых достигает нескольких сотен. Простых глаз (глазков) обычно три, они расположены треугольником на лбу; иногда их число редуцировано до двух или они вообще отсутствуют. Глазки различают свет и темноту, помогают насекомым регулировать суточную активность, а также, у летающих форм, следить за линией горизонта. Сложные глаза дают мозаичное изображение, поскольку каждая их фасетка воспринимает только часть попавшего в поле зрения объекта. У многих насекомых, особенно хищных, в сложном глазу есть область увеличенных фасеток, расположение которой зависит от

наиболее важного для данного вида направления в окружающем пространстве. Если насекомого обычно больше интересует то, что происходит над ним, самые крупные фасетки находятся в верхней части глаза, если под животным – в нижней, если спереди – в передней. Взрослые насекомые с сильно редуцированными глазами или вообще без них известны среди почвенных, пещерных или паразитических видов, живущих в среде, где зрение не облегчает ориентации. *Антенны*, усики, или сяжки, – это парные структуры, которые могут включать в себя от двух до более 60 члеников. По форме они весьма разнообразны. В большинстве отрядов насекомых антенны длинные, т.е. состоят из четырех и более члеников, однако у равнокрылых и мух их всего три. В последнем случае на третьем членике может быть щетинковидный вырост, состоящий из нескольких слившихся сегментов. Антенны не просто осязательные «щупики»: они несут сенсорные волоски и ямки, способные в зависимости от вида воспринимать запах, звук, земное притяжение, влажность и температуру. Строение антенн весьма разнообразно. У дневных бабочек они бывают булавовидными (с расширенными последними члениками) или булавовидно-крючковатыми (в семействе толстоголовок); у ночных бабочек – сужающимися к концу (щетинковидными) и покрытыми волосками и чешуйками, перистыми с двумя супротивными рядами длинных боковых отростков, пальчатými или двусторонне-пальчатыми с короткими боковыми выростами; у пчел и ос – нитевидными (с одинаковой по всей длине толщиной), пальчатыми, двусторонне-пальчатыми или с одним-двумя длинными выростами на каждом членике; у жуков (в этой группе их форма особенно важна для классификации) – нитевидными, булавовидными или пластинчатыми, когда последние сегменты представляют собой длинные соединенные основаниями пластинки, которые могут раскрываться веером; у некоторых форм антенны ветвистые с длинными, расходящимися лучами отростками. *Ротовой аппарат* бывает двух основных типов – примитивный грызущий, например у кузнечиков, и производный от него сосущий, например у бабочек. Эти типы разделяют на более специализированные варианты, в частности колюще-сосущий у слепней и комаров, лижущий у комнатной мухи или лижуще-грызущий у пчел и ос. Ротовой аппарат состоит из верхней губы, пары верхних челюстей, называемых жвалами, или мандибулами, пары нижних челюстей, нижней губы и языковидного подглоточника (гипофаринкса), расположенного между прочими придатками. Поскольку рот большинства насекомых направлен вниз, «верхние» и «нижние» части можно считать соответственно передними и задними. На нижних челюстях и нижней губе примитивных насекомых находятся сенсорные щупики (пальпы), помогающие направлять в рот пищу. У эволюционно продвинутых форм они могут быть сильно редуцированы или вообще отсутствовать. Хоботок, приспособленный для всасывания или слизывания жидкой пищи и впрыскивания в чужие ткани слюны, образован различными ротовыми придатками в зависимости от группы насекомых. У двукрылых, например, он бывает двух типов – колющий и лижущий. В первом, свойственном, скажем, комарам, в колющие стилеты превращены все перечисленные выше части, кроме нижней губы, которая образует вокруг них футляр. У комнатной мухи, напротив, основная масса хоботка – производное нижней губы, оканчивающейся широким диском из мягких сосательных лопастей, или лабелл. Многочисленные борозды на нижней стороне каждой лабеллы, как губка, впитывают жидкую пищу. У клопов хоботок членистый, а у бабочек представляет собою мягкую трубку, которая в покое свернута плоской спиралью в ротовой полости, причем у некоторых бражников ее длина в несколько раз больше, чем у всего остального тела. Грудь, или средний отдел тела насекомого, служит местом прикрепления локомоторных органов и состоит из трех сегментов – передне-, средне- и заднегруди. Каждый из них несет пару ног. *Ноги* насекомых членистые, из пяти главных частей. Начиная от туловища, это тазик (базальный членик), вертлуг, бедро, голень и лапка. Вертлуг обычно короткий. Исходно он был свободным и, образуя два сустава, повышал подвижность конечности, но у современных насекомых, как правило, срастается с бедром. Лапка образована тремя-пятью члениками, но их число у некоторых насекомых редуцировано до двух и даже одного. Эта часть функционально соответствует стопе, почти всегда оканчивается одним-двумя коготками и обычно несет другие придатки, например плоскую подушечку (пульвиллу). У некоторых насекомых на лапках находятся высокочувствительные хеморецепторы, а также сенсорные органы, способные воспринимать колебания поверхности, предупреждая тем самым о приближающейся опасности. Примитивный тип ног насекомых – ходильный с почти

цилиндрическими члениками, однако в процессе эволюции конечности часто модифицировались для выполнения новых функций. Так, у блох и кузнечиков задние ноги сильно удлинены и приспособлены для высоких прыжков; у хищных насекомых передние ноги иногда превращены в хватательные приспособления, а у роющих форм, например жуков-скарабеев и медведок, они расширены в зазубренные скребки. У некоторых живущих под корой видов (клопов-подкорников) ноги широко отстоят одна от другой и отходят от туловища не вниз, а в стороны, что позволяет насекомому передвигаться в очень тесных пространствах. Иногда ноги служат для обмана хищников; например, у ряда клопов они увеличены и покрыты шипами: это может как отпугивать врага, так и служить маскировкой, делая трудноразличимыми общие очертания животного. У многих мух передние ноги ярко окрашены и, вытянутые вперед, напоминают сверху антенны пчел и ос. У мух широко распространена и сложная орнаментация лапок: обычно она служит вторичным половым признаком, используемым для привлечения самки (ухаживания). *Крыльев* у насекомых обычно две пары – на средне- и заднегруди. Они отходят в верхней части боковой стенки этих отделов и представляют собой ее выпячивания. Крылья пронизаны жилками (их число и расположение – систематические признаки), по которым течет гемолимфа («кровь»). Она питает крылья, доставляя в них питательные вещества, а кроме того, ее напор позволяет расправить эти структуры, когда они завершают свое формирование у взрослого насекомого. Жилки играют также роль жесткого каркаса. Крылья бывают голыми (прозрачными) или покрытыми волосками и их производными. Эти волоски часто микроскопические, но у бабочек (отряд *Lepidoptera*) они превращены в крупные чешуйки различного типа, которые либо содержат пигмент, либо благодаря особым образом исчерченной поверхности так отражают свет, что насекомое переливается всеми цветами радуги (например у рода *Morpho*). Чешуйки присутствуют также на туловище и крыльях других насекомых, в частности жуков и комаров. Крылья бывают различным образом модифицированы. Обычно передние крупнее задних и служат как для полета, так и для защиты нижних, однако у жуков (отряд *Coleoptera*) они превращены в жесткие надкрылья, выполняющие в основном защитную функцию, а у жуков-плавунцов образуют на спине воздушную камеру, позволяющую этим насекомым подолгу находиться под водой. У двукрылых задние крылья превращены в короткие булавовидные выросты – т.н. жужжальца, служащие органами равновесия и работающие по принципу гироскопа, хотя совершают они в полете не вращательные, а колебательные движения. При удалении хотя бы одного жужжальца насекомое теряет способность летать. Брюшко состоит из десяти или одиннадцати сегментов. У взрослых насекомых их видимое число может не превышать трех, поскольку некоторые сливаются друг с другом, а другие превращаются в совокупительный аппарат, однако чаще всего пять-восемь сегментов хорошо заметны. Они разделены на верхнюю и нижнюю части, соединенные тонкой мембраной, которая находится также между отдельными сегментами: это позволяет брюшку растягиваться, когда в нем созревают яйца или кишечник переполняется пищей. У большинства насекомых брюшко цилиндрическое или выпуклое сверху и почти плоское снизу, а к концу сужается, однако форма его может быть весьма разнообразной: плоской, почти округлой в очертаниях, треугольной в поперечном сечении, булавовидной и т.п.

Внутреннее строение. Внутреннее строение насекомых относительно простое, но, хотя общие функции различных органов более или менее известны, многие детали их работы еще требуют уточнения. Внутреннее строение тела насекомых характеризуется также высокой и сложной организацией. Лишь хорошо изучив эту организацию, можно иметь правильное представление о развитии и жизнедеятельности насекомых, понимать поведение их и, следовательно, верно организовать меры борьбы с вредными видами и успешно использовать полезные.

Кожные покровы. Наружный покров тела и конечностей насекомых (экзоскелет) состоит из кутикулы, гиподермы и несет множество волосков и сенсорных рецепторов (рис 3). С внутренней стороны имеются специальные выросты, к которым прикрепляются мышцы. Эти выросты образуют эндоскелет. Экзоскелет защищает тело насекомых от высыхания, механических повреждений, хищников, охлаждения, проникновения ядов и определяет форму тела. Наибольшую опасность для насекомых представляет потеря воды, так как при небольшой массе тела у них большая площадь поверхности. Гиподерма состоит из одного слоя эпителиальных клеток, подстилающих кутикулу. Специализированные клетки гиподермы формиру-

ют органы чувств и кожные железы. Гиподерму подстилает тонкая базальная мембрана. Кутикула чрезвычайно прочна. Её прочность при сравнении на единицу массы приближается к прочности металлов. Предел прочности кутикулы около 10 кг/мм^2 , а стали - 100 кг/мм^2 , но сталь в 7 раз тяжелее. Прочность алюминия почти такая же, как у кутикулы, но он в 2 раза тяжелее. Некоторые насекомые могут прогрызать отверстия в жести или меди. Кутикула состоит из тонкого наружного слоя, или эпикутикулы и толстой ламинарной части. Ламинарная кутикула состоит из экзо- и эндокутикулы. Эти слои включают гликопротеин, представляющий собой комплекс, состоящий из микрофибрилл хитина, погружённых в белковый матрикс. Хитин-высокомолекулярный азотистый полисахарид. Кутикулярные слои расположены таким образом, что продольные оси микрофибрилл, лежащих в разных плоскостях, повернуты относительно друг друга на несколько градусов. Этим достигается увеличение прочности кутикулы. Экзокутикула химически устойчива и не растворяется в личинной жидкости. В её состав входят хиноны (производные фенолов), образующие химически устойчивые связи между соседними белковыми цепями микрофибрилл. Основная функция эпикутикулы - защита от высыхания. Она включает 4 слоя: цементный, восковой (состоит из углеводородных цепей), кутикулиновый (состоит из липидов) и гомогенный. Восковой слой обеспечивает защиту от потери воды. Кутикулиновый слой обладает избирательной проницаемостью и, с одной стороны, обеспечивает поступление из внешней среды веществ, стимулирующих личинные процессы, а с другой – непроницаем для личинной жидкости и не растворяется в ней. Плотный гомогенный слой покрывает тело насекомого и участвует в образовании некоторых желёз и органов чувств. Эпикутикула пронизана каналами, обеспечивающими поступление воска к поверхности кутикулинового слоя. Кожные покровы образуют ряд производных - скульптурные придатки (шипики, или хетоиды, бугорки, бороздки, вдавленные точки на кутикуле), структурные образования (волоски и щетинки или хеты, чешуйки на крыльях бабочек), а также эндоскелет (внутренние выросты кутикулы, служащие для прикрепления мышц) и кожные железы. Кожные железы очень разнообразны. Они могут быть одно-, двух- или многоклеточные. Окраска тела насекомых связана с особенностями структуры гиподермы или кутикулы и подразделяется на два типа: пигментную и структурную. Пигменты откладываются в кутикуле и создают различную окраску. Каротиноиды обуславливают красно-желтые цвета, склеротин и меланин – черный, темные цвета. В гемолимфе насекомых содержатся голубые тетрапиррольные (желчные) пигменты. Комбинация этих пигментов с каротиноидами создает зелёный цвет, который свойствен многим насекомым с прозрачной кутикулой, например многим тлям, гусеницам Оммохромы - светозащитные пигменты, содержащиеся в клетках глаз, а так же в гиподерме. Эти пигменты окрашивают крылья бабочек. Структурная окраска создается мельчайшими тонкими кутикулярными пластинками. Эти пластинки за счёт дифракции и интерференции света воспроизводят различные типы окрасок. Мышечная система. Мышечная система насекомых обеспечивает их перемещение (ползание, хождение, прыгание, полёт) и движение внутренних органов. Как правило, работают мышцы и контрмышца, возвращающая орган в исходное положение. Иногда движение осуществляется за счёт давления крови или свойств кутикулы, или тогда работает только одна мышца. Мышцы насекомых не образуют сплошного слоя, а приурочены к определенным участкам тела и входят в состав отдельных органов. В зависимости от их расположения мышцы можно разделить на три категории. Висцеральные мышцы обеспечивают перистальтику пищеварительного тракта и протоков половых желез. Сегментарные мышцы связывают сегменты тела, серий мышечных пучков, обеспечивая сохранения формы тела. Мышцы конечностей, вместе межсегментарными мышцами, обеспечивают подвижность ног, крыльев и ротового аппарата насекомых. При бегании или ползании ноги двигаются попеременно: (1) первая передняя; (2) левая средняя и задняя правая; (3) левая передняя; (4) правая средняя и задняя левая. У гусениц сначала грудные ноги двигаются спереди назад, а потом брюшные в обратном направлении. Существует и много типов передвижения, зависящих от среды обитания (минирующие моли, короеды). Мышцы насекомых состоят только из поперечно - полосатых волокон. Они прикрепляются к скелету и внутренним органам. Мышцы с соответствующей частью скелета соединяются с помощью тонофибрилл, которые от конца мышечной клетки отходят к кожным покровам. Благодаря сильно развитой мускулатуре насекомые обладают большой мускульной силой. Например, у блох высота прыжков превыша-

ет их тела в сотни раз. Особенность мышц насекомых - способность к многократным и очень быстрым сокращениям. Например, летательные мышцы комаров и мух сокращается до 300-500 раз в секунду, а у некоторых из них - до 1000 раз в секунду. Бабочки из семейства бражников пролетают в минуту расстояние в 22-25 тыс. раз больше длины своего тела. Такая скорость сокращения мышц достигается тем, что некоторые мышцы на один нервный импульс могут отвечать несколькими сокращениями. Полость тела и жировое тело. Полость тела насекомых разделена двумя тонкостенными перегородками – диафрагма - на три отдела, сложенных друг под другом. В верхнем перикардиальном (околосердечном) отделе помещаются органы кровообращения, в среднем висцеральном – органы пищеварения, выделения, размножения и жировое тело, в нижнем перинеуральном – брюшная нервная цепочка. Дыхательная система пронизывает стенки всех внутренних органов и не ограничена каким-либо одним отделом полости тела. Жировое тело состоит из отдельных долек, или лопастей, образованных рыхлой тканью и заполняет всю полость тела. Его клетки наполнены каплями жира и белковыми включениями и очень близки к гемоглобину - клеткам крови насекомых. Физиологическая роль жирового тела разнообразна, но в основном сводится к накоплению питательных веществ и поглощению продуктов обмена. В течение индивидуальной жизни насекомого жировое тело претерпевает большие изменения. Накопления питательных веществ в жировом теле способствует выживанию насекомых при низких температурах, даёт возможность переживать голодовку и существовать насекомым, прекращающим питание во взрослой фазе развития.

Органы пищеварения. Пищеварительный аппарат начинается в голове ротовым отверстием и заканчивается на последнем сегменте. Кишечный канал состоит из трёх отделов: передней, средней, задней кишки. Передняя кишка и задняя кишка образуются из выпячивания наружного зародышевого листка (эктодермы) и в соответствии со своим происхождением выстланы кутикулой. Средняя кишка образуется из внутреннего зародышевого листа и лишена кутикулы. *Передняя кишка* подразделяется на глотку, пищевод, зоб и мышечный желудок. Глотка и пищевод проводят пищу, а зоб служит для временного сохранения пищи и бывает не у всех насекомых. За зобом помещается мышечный желудок с развитой мышечной тканью. Его стенки покрыты твердыми хитиновыми зубцами, содействующими механическому перетиранию пищи. Он хорошо развит у тараканов, прямокрылых, жуков, но отсутствует у пчел большинства двукрылых. Передняя кишка заканчивается кольцевой складкой, носящей название кардиального клапана. *Средняя кишка* образуется путем сложного процесса из внутреннего зародышевого пласта (энтодермы). В нее выделяются все пищеварительные соки, кроме слюны, и происходит переваривание пищи и всасывание продуктов пищеварения. Средняя кишка представляет собой равномерно утолщенную трубку. Она выстлана железистым эпителием, клетки которого выделяют капли секрета, окруженные слоем цитоплазмы. Секретирующие клетки постепенно уменьшаются и перестают существовать, но вместо исчезнувших из специальных участков появляются новые. В средней кишке образуется тонкая оболочка – перитрофическая мембрана, окружающая пищевой комочек и предохраняющая стенки кишки от соприкосновения с плохо измельченными частицами пищи. *Задняя кишка* подразделяется на толстую, тонкую и прямую кишку и начинается пилорическим клапаном. Он аналогичен кардиальному клапану передней кишки и регулирует поступление пищевого комка из средней кишки в тонкую кишку, где происходит отсасывание воды из пищевой массы. Сюда впадают мальпигиевые сосуды. Процесс пищеварения. Пищеварение – это совокупность процессов, включающих механическое измельчение пищи и химическое (главным образом ферментативное) расщепление пищевых веществ на компоненты, пригодные к всасыванию и участию в обмене веществ. Как наиболее типичный обычно рассматривается процесс пищеварения у тараканов, саранчовых, жуков. Он начинается в ротовой полости. Пища измельчается мандибулами и максиллами и смачивается слюной. Слюна содержит амилазы, которые обеспечивают расщепление крахмала. Сосущие насекомые сначала вводят слюну в жидкую пищу, а затем ее всасывают. Язык (гипофаринкс) проталкивает пищу дальше в глотку. В механической переработке пищи участвует так же мышечный желудок, где она перетирается. Железы, секретирующие слюну, расположены под средней кишкой и связаны с нижней губой. У гусениц и личинок, перепончатокрылых эти железы секретируют шелк, у кровососущих – антикоагулянты, у клопов - ядовитые вещества. Основная химиче-

ская переработка пищи происходит в средней кишке. Химическая переработка пищи складывается из процессов гидролиза трех ее основных компонентов – белков, жиров и углеводов. Гидролиз белков, жиров и углеводов идет за счет действия множества ферментов. Основные ферменты – амилаза, мальтаза, инвертаза, трипаза, пептидаза, липаза. Протеазы (трипаза, пептидаза) отвечают за расщепление белков до аминокислот, карбогидразы (амилаза, мальтаза, инвертаза, целлюлаза) – за расщепление углеводов до моносахаров, а липазы – за расщепление жиров до глицерина и жирных кислот. Моносахара, аминокислоты, глицерин и производные жирных кислот интенсивно всасываются эпителиальными клетками средней кишки. Действие ферментов в значительной степени зависит от кислотности среды в кишечнике. Кислотность (РН) средней кишки может варьировать от 5,8 – 6,9 (кузнечик), 6,6 – 7,4 (колорадский жук) до 9,0 – 9,4 (гусеница). Набор ферментов меняется в зависимости от того чем питается насекомое из поколения в поколение. Листогрызущие гусеницы бабочек имеют все три группы ферментов, а взрослая бабочка из этого набора сохраняет только инвертазу, позволяющую питаться сахаром нектара. Особенно трудно перевариваются высокомолекулярные вещества, в частности древесина, которая состоит в основном из клетчатки, лигнина и гемицеллюлоз. Кроме того, в небольшом количестве содержатся крахмал, жиры и масла, органические кислоты, дубильные вещества, пигменты и другие химические вещества. Лигнин никогда не переваривается, а клетчатка и гемицеллюлоза – только некоторыми видами насекомых. В связи с этим различают три группы насекомых, у которых личинки (1) усваивают только содержимое клеток (древогрызы, некоторые усачи, ложнокороеды); (2) усваивают также углеводы клеточных стенок, включая гемицеллюлозу, но не усваивают клетчатку (короеды); (3) кроме углеводов усваивают и клетчатку (точильщики, некоторые усачи). В задней кишке ферменты не выделяются, но здесь также возможно всасывание пищи. Важнейшая функция задней кишки – отсасывание воды из остатков пищевой массы и вывод экскрементов наружу через анальное отверстие. Экскременты имеют определенные структуры и формы, по которым можно определить, к какой систематической группе принадлежат насекомые. Помимо выведения экскрементов и всасывания воды в задней кишке переваривается пища с помощью симбионтов. В питании насекомых большую роль играют организмы – симбионты, как правило, это грибы обитающие в мешочках и выступах пищеварительного канала и способствующие к разложению поступающей туда клетчатки (например, у личинок большого соснового слоника *Callirus (Hylobius) abietis*, терминов, некоторых усачей). Самки короедов древесинников вносят в ходы, которые прогрызают в древесине, споры грибов, а самки рогахвостиков закладывают споры при откладке яиц. Споры прорастают, и мицелий гриба в дальнейшем служит пищей для личинок короедов. У ряда хищных насекомых, например у жужелиц, стрекоз, флёрниц (златоглазка), божьих коровок, пищеварение частично внекишечное. Сок средней кишки вливается в тело жертвы по челюстным каналам и таким образом переваривание начинается раньше проглатывания. Имагинальная форма многих видов насекомых не питается и существует за счет жировых запасов (обоесполое поколение хермесов, монашенка, непарный шелкопряд, сосновый шелкопряд, оводы, подёнки и т.п.). У таких насекомых ротовой аппарат часто редуцирован.

Органы выделения и экскреция. В результате метаболических процессов разрушаются органические соединения и образуются шлаки, многие из которых токсичны для организма. Процесс удаления этих веществ называется экскрецией. Наиболее токсичны азотные вещества, образующиеся при разрушении белков. Другой токсичный продукт метаболизма – диоксид углерода, образующийся в процессе клеточного дыхания. Экскреция этого продукта рассматривается в связи с дыханием. Экскреторная (выделительная) система насекомых выполняет двоякую функцию: удаление отходов метаболизма и поддержание водно-солевого баланса. Обе эти задачи решаются путем образования первичной секреторной жидкости, последующего всасывания части веществ, содержащихся в ней, и выведения остатков из организма. Основной экскреторный орган насекомых – мальпигиевые сосуды. Они представляют собой длинные трубочки, которые одним концом открываются около места соединения средней кишки с задней, а с другим – слепо оканчивается в полости тела. В мальпигиевые сосуды всасываются вещества из гемолимфы, главным образом соли мочевой кислоты, образуются жидкие секреты. Соли мочевой кислоты в виде кристаллов удаляются через заднюю кишку вместе с экскрементами. Выделительные функции часто выполняют также нефроциты

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

Дыхательная система. Органы дыхания насекомых представляют систему трахей, пронизывающих тело. Обычно они состоят из двух продольных стволов и ветвей, отходящих к различным органам и мышцам. Трахея - это трубка круглого сечения, многократно ветвящаяся и заканчивающаяся тончайшими трахейными капиллярами - трахеолами. Наружу трахейная система открывается особыми отверстиями - дыхальцами (стигмами), расположенными по бокам брюшка (до 8 пар) и на груди (2 пары). У дыхалец есть замыкательные клапаны, регулирующие поступление воздуха в трахейную систему. Воздух поступает в трахеи через дыхальца за счет ослабления напряжения мышц брюшка и увеличения объема тела и благодаря диффузии. Кислород поступившего воздуха окисляет молекулы белков, жиров, углеводов с помощью оксидаз. В результате окисления образуется необходимая энергия и углекислый газ, который удаляется через кожу и трахеи. Соотношение между поглощенным кислородом и выделенным диоксидом углерода называется дыхательным коэффициентом. Его величина зависит от состава пищи, вида и фазы развития насекомого. У хорошо летающих насекомых

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

Кровеносная система и кровообращение. Всё пространство между стенкой тела и отдельными органами представляет собой полость тела насекомого. Она заполнена кровью. Ток крови обеспечивается работой сердца. Оно лежит в брюшке, на спинной стороне и прикрепляется к стене тела тяжами. Сердце представлено длинной трубкой, состоящей из ряда камер, на заднем конце трубка обычно замкнута. С боков каждая камера имеет пару боковых отверстий с клапанами, впереди сердце переходит в аорту, которая не имеет отверстий и не замкнута в голове. Камеры сокращаются последовательно, перегоняя кровь вперед к головному концу, где она через аорту изливается в полость головы, а оттуда - в полость тела. Отсюда кровяной поток с помощью спинной и брюшной диафрагм в околосоледречную полость, откуда кровь втягивается в сердце через специальные отверстия - остии. Таким образом, циркуляция крови обеспечивается за счёт движения вперед по спинному сосуду и назад в полость тела. В такой незамкнутой кровеносной системе движение крови слабое. Кровь насекомых, или гемолимфа состоит из жидкой плазмы и клеточных элементов - гемоцитов. В плазме растворено множество органических и неорганических веществ, включая органические соли, питательные вещества, мочевую кислоту, ферменты, гормоны, пигменты. Содержание воды в крови колеблется от 75 до 90%. Гемоциты - это амёбовидные клетки, свободно плавающие в плазме. Они различны по величине, форме и функциям. Молодые делящиеся клетки - пролейкоциты; клетки, способны заглатывать твердые тела и бактерии, - фагоциты; клетки, связывающие посторонние вещества и мочевую кислоту - нефроциты; клетки разносящие питательные вещества к тканям и органам, макро- и микронуклеоциты и эозинофилы; клетки, расположенные посегментарно вблизи личиных желёз подобно виноградным кистям, - энциты. Состав гемоцитов меняется в зависимости от вида, фазы развития и состояния насекомого, потому анализ клеточных включений крови используют для оценки состояния насекомых. Кровь насекомых обеспечивает следующие функции: 1. *Транспорт питательных веществ*, гормонов и обработанных продуктов к органам выделения. 2. *Дыхание* - некоторым клеткам насекомых не подходят трахеолы и они получают кислород из крови. Кроме того, кровь выполняет вспомогательную роль в удалении диоксида углерода, основная часть которой диффундирует через ткани и выходит через кутикулу. 3. *Защитные функции* - гемоциты освобождают организм от некоторых бактерий и паразитов. У некоторых видов кровь ядовитая и может выделяться наружу через специальные отверстия для защиты от врагов. У жуков шпанской мушки выделяется яд кантаридин со специфическим запахом, действующий на кожу человека. Кровь у них ярко-желтая, выделяется через особые отверстия на ногах. Вы-

деляют кровь тлевые коровки, прыгающие прямокрылые, личинки пилильщиков выбрызгивают зеленую кровь из отверстий по бокам тела. 4. *Метаболизм* - в процессе циркуляции крови вещества, содержащиеся в ней, подвергаются химическому превращению. 5. *Гидравлическая функция* - весь объём крови, заключенный внутри тела насекомого, образует замкнутую гидравлическую систему, способную передавать давление с одной части тела на другую. Попеременное снижение и повышение давления крови, происходящее при мышечных движениях, вызывают опорожнение и наполнение трахейных воздушных мешков и карманов. Давление крови лежит в основе таких процессов, как растягивание покровов и расправление крыльев после линьки, разрыв оболочки яйца перед выходом личинки, развертывание хоботка и т.п.

Нервная система. Нервная система насекомых регулирует все функции организма, объединяя его в единое целое. Ее основу составляют нервные клетки –нейроны, которые в соответствии с назначением делятся на чувствительные, двигательные и ассоциативные. Нейрон – это удлинённая клетка, способная получать сигналы, перерабатывать их в нервные импульсы и проводить их к другим нейронам или эффекторным органам (мышцам или железам). Нервный импульс проходит только в одном направлении по проводящему отростку (аксону) к синапсу. В каждом сегменте тела нервные клетки, группируясь друг с другом, формируют ганглии, входящий в состав центральной нервной системы. Нервная система дифференцирована и подразделяется на центральную, периферическую и симпатическую. Центральная нервная система состоит из совокупности узлов (ганглиев), от которых отходят нервы. Нервные узлы соединены продольными и поперечными перемышками (комиссурами). Вся система ганглиев разделена на два отдела – грудной и брюшной. В голове над пищеводом расположен надглоточный ганглий, а под пищеводом – подглоточный. Они соединены между собой комиссурами, которые образуют окологлоточное кольцо. Брюшной отдел состоит из серии ганглиев и связывающих их нервных тяжей, образующих нервную цепочку. Надглоточный ганглий хорошо развит и нередко называется головным мозгом. Он служит главным центром, подчиняющим себе деятельность прочих нервных узлов. От него отходят нервы к глазам и усикам, а от подглоточного ганглия - к ротовым органам. Симпатическая нервная система состоит из небольших ганглиев, лежащих в передней части тела, регулирующих работу внутренних органов (кровообращение, пищеварение, дыхание и половые функции) и мышечной системы насекомых, и имеет весьма сложное строение. Ротожелудочный отдел этой системы связан с эндокринной системой. Периферическая нервная система образована из нервов, отходящих от ганглиев центральной и симпатической нервных систем, связывая эти системы с различными органами. Физиологические функции нервной системы основаны на общем принципе рефлекса, которым организм отвечает на внешние сигналы. Нервное раздражение с периферии тела по чувствительному нерву достигает нервного узла, а отсюда по двигательному нерву возвращается к той или иной мышце, вызывая соответствующее движение. Образуется рефлекторная дуга. Каждая рефлекторная дуга начинается с рецептора, который трансформирует внешнее раздражение в нервные импульсы. При этом каждый тип рецепторов реагирует на определенные раздражения. Совокупность рецепторов, приспособленных к восприятию одинаковых раздражителей, называется органом чувств. Общее число чувствительных рецепторов у насекомых весьма велико. Например, количество чувствительных нейронов, связанных с рецепторами антенн медоносной пчелы, приближается к 500 тыс. Многочисленные сенсиллы (простейшие рецепторы, состоящие из воспринимающей структуры кожи и прилегающих к ней нервных чувствительных клеток), разбросанные по телу насекомого, реагируют на прикосновение к ним. Каждая такая сенсилла является одиночным осязательным рецептором, но все вместе они образуют орган осязания. Рецепторы антенн, реагирующие на запах, формируют орган обоняния. Источники информации: рецепторы и органы чувств. У насекомых, как и у всех многоклеточных организмов, имеются множество воспринимающих клеток, рецепторов, или сенсилл. Это специализированные компоненты нервной системы, воспринимающие сигналы и передающие их в нервно - мышечный аппарат. Рецепторы рассеяны или собраны в группы, образующие органы чувств, например глаза, антенны, тимпальные органы. Выделяют следующие органы чувств насекомых: зрения, обоняния, слуха, вкуса, температурной и осмотической чувствительности, гравитационного и двигательного чувств. Для большинства насекомых зрение и обоняние – важнейшие источ-

ники информации. Рецепторы подразделяются на четыре группы: механорецепторы (приспособленные для восприятия механических раздражений); терморецепторы (восприятие температуры); хеморецепторы (химический состав внешней среды); фоторецепторы (световые сигналы). Механорецепторы и органы слуха - *трихоидные сенсиллы* (волосковидные) - волоски, связанные с нервным окончанием. В момент изменения положения (при изгибе и выпрямлении) или при любом изменении положения до возвращения в исходное состояние возбуждение воспринимается ганглием центральной нервной системы. Некоторые из них могут улавливать малейшие колебания воздуха, предупреждая об опасности. Сенсиллы фиксируют также положение частей тела относительно друг друга. Рецепторы напряжения (проприорецепторы) делятся на колоколовидные — воспринимают изменение натяжения покровов, контролируют движение конечностей и ориентацию в пространстве; хордонотальные — натяжение и вибрацию субстрата, звуки, ультразвук (обычно они расположены под кутикулой). Джонстонов орган — специализированный хордонотальный орган, находящийся во втором членике антенн у всех имагинальных форм насекомых, многих личинок, он контролирует движение антенны, а через нее — скорость полета, участвует в ориентации; другой специализированный хордонотальный орган — тимпальный (слуховой) — у прямокрылых, клопов и бабочек, реагирует на появление хищников и сигналы особей своего вида. Органы слуха преимущественно есть у насекомых, издающих звуки. Это чувствительные клетки, расположенные внутри отверстия, затянутого перепонкой. К ним подходят нервные окончания. Расположены органы слуха в разных местах: у саранчовых — по бокам первого сегмента брюшка, у кузнечиков — на передних голеньях, у певчих цикад — у основания брюшка. Насекомые воспринимают широкий диапазон частот — от инфразвука до ультразвука. Органы осязания представляют собой волоски, щетинки, шипики, находящиеся в усиках, щупиках и на поверхности тела. Ими воспринимаются сотрясения, положение и равновесие тела, соприкосновение с твердыми предметами, водой и т. п. Фоторецепторы и органы зрения — сложные фасеточные и простые глаза. Фасеточные глаза состоят из множества круглых или шестигранных фасеток и дают прямое мозаичное изображение. Фасетка состоит из прозрачной двояко или плосковыпуклой хитиновой линзы (роговицы), под которой располагается коническая светопреломляющая часть (хрустальный конус). Под конусом находятся клетки сетчатки, воспринимающие световые лучи. К клеткам сетчатки подходят нервные окончания, идущие от надглоточного узла и служащие для передачи в узел световых раздражителей. Некоторые насекомые способны к очень четкому восприятию. Например, бражники узнают знакомые им цветки на рисунках и подлетают к ним сосать нектар. У насекомых хорошо развито цветное зрение, однако большинство из них не воспринимает красный цвет, но хорошо видит ультрафиолетовое излучение. Медоносная пчела различает поляризованный свет, излучаемый голубым небом, используя его для ориентации в полете. Прилет ночных насекомых на свет связан со светокомпасным движением. Оно все время идет по спирали, так как одиночный источник света, свеча или фонарь, воспринимается насекомыми как свет от практически бесконечно удаленного солнца или луны. У взрослых насекомых простые глаза располагаются между сложными глазами на лбу и темени. У личинок они размещены на боковых частях головы и дают возможность ориентации: ими воспринимается не форма предмета, а только его движение и свет. Хеморецепторы расположены на разных частях тела, антеннах, ротовых органах, лапках, яйцекладе, церках. Обоняние у насекомых развито очень сильно. Так, наездник эфиальт, ощупывая усиками кору, находит личинку рогохвоста в древесине, жуки-короеды по запаху отыскивают в лесу ослабленные деревья, самцы многих видов насекомых могут найти самку на расстоянии нескольких километров и т.д. Органы вкуса расположены на ротовом аппарате в виде чувствительных волосков. Физиологическое различие между обонятельными и вкусовыми рецепторами заключается в том, что первые анализируют газообразную среду с низкой концентрацией веществ, а вторые — жидкую среду с относительно высоким содержанием веществ. Вкус служит только для распознавания пищи и соответственно вкусовые рецепторы насекомых специализированы в зависимости от типа пищи. Обоняние и вкус часто объединяют, называя химическим чувством. Оно имеет большое значение в жизни насекомых. На знаниях о нем основаны многие меры борьбы с насекомыми.

Нервная деятельность и поведение насекомых. Физиологические и поведенческие реакции насекомых контролируются нервной и эндокринной системами. Основу поведения насекомых составляет нервная деятельность. Поведение — это комплексная реакция насекомых, обусловленная внешним воздействием среды и физиологическими особенностями организма. Наиболее просто нервная деятельность проявляется в таксисах. Это простейшая положительная или отрицательная двигательная реакция (рефлекс) на то или иное внешнее раздражение, однако усложненная общим возбуждением центральной нервной системы. У насекомых особенно развиты термотаксис (реакция на температурные условия), фототаксис (на свет), гидротаксис (на влажность среды), хемотаксис (на химические раздражители) и трофотаксис (реакция на пищу). Таксисы носят приспособительный характер и потому в зависимости от условий и состояния организма могут быть положительными и отрицательными. В одном случае насекомое может стремиться в зону более высоких температур или яркого света, а в другом — в зону более низких температур или темноты. Знание таксисов широко используется для борьбы с насекомыми с помощью приманок, ловушек и изменения среды их обитания. Более сложным видом нервной деятельности являются инстинкты. Они представляют собой сложную цепь рефлексов, которой окончание действия одного из них стимулирует начало последующего. Проявление определенного инстинкта связано с состоянием организма насекомого. Инстинкты действуют на протяжении всего жизненного цикла насекомых: при встрече полов и размножении, при откладке яиц и заботе о потомстве, строительстве гнезд и убежищ, добыче пищи и питании и т.д. В большинстве своем рефлексы и инстинкты насекомых врожденные, или безусловные. Они направлены на сохранение вида и особи. Никто не учил пчелу строить ячейку, короюда — прокладывать под корой определенной формы ход, жука-трубковерта — скручивать лист в виде трубки или сигары, гусеницу — плести кокон перед окукливанием, хищных насекомых — охотиться за своей добычей и т. п. Особенно сложны инстинкты у общественных насекомых пчел, муравьев и термитов, умеющих строить очень сложные сооружения и ухаживать за потомством, регулируя его состав. В отдельных случаях под влиянием внешних условий у насекомых проявляются элементы высшей нервной деятельности — условные рефлексы. Одним из примеров служит быстрое установление пчелой связи между запахом цветка и его медоносностью.

Коммуникация. Коммуникация включает передачу и принятие сигнала от одной особи к другой. Зрительная коммуникация играет у насекомых важную роль в защите от врагов и используется при различных формах полового поведения. Характер окраски, цвет и очертания тела служат предостерегающим сигналом для хищников или, напротив, маскируют насекомое. При половом поведении яркие узорчатые крылья (у бабочек), биолюминесценция (у ногохвосток, светляков) иногда используются как зрительные сигналы. Звуковая коммуникация — очень распространенное явление среди насекомых. Например, жужжание летящей самки комара, создаваемое биением крыльев, привлекает самца. Кобылки *Oedipoda* издают коммуникативные сигналы, ударяя по поверхности субстрата задней голенью, а жуки *Xestobium* и солдаты термитов — головой. Жуки-усачи издают хорошо различимые звуки при трении зазубренной поверхности среднеспинки о кантик следующего склерита. Многие прямокрылые издают очень сильные звуки, ударяя передним краем заднего крыла по утолщенным жилкам переднего, вызывая его вибрацию (трескучие звуки), или при трении зубчиков, расположенных на внутренней поверхности заднего бедра, о переднее крыло или иным способом. У цикад в основании брюшка располагаются полости, закрытые мембранами. Внутренняя поверхность мембран соединена с мышечным волокном, которое, сокращаясь с большой скоростью, втягивает, а расслабляясь — возвращает мембрану в исходное положение. Такое приспособление называется тимпальным органом. Химическая коммуникация насекомых включает богатейший спектр химических сигналов, обеспечивающих как внутривидовую, так и межвидовую коммуникацию. Внутривидовая коммуникация обеспечивается феромонами — веществами, вызывающими либо немедленную поведенческую реакцию, выполняя роль половых аттрактантов (т.е. веществ, привлекающих особей противоположного пола), либо некоторые формы поведенческих реакций — образование скоплений, распределение особей в пространстве, узнавание своего вида. У некоторых видов насекомых существует достаточно сложный язык. Он может включать запахи (хемокоммуникация), звуки, ста-

тичные позы или рисунок полета. Все сигнальные системы детерминированы генетически, т.е. являются инстинктивными.

Эндокринная система и гормоны. Длительно протекающие изменения, связанные с ростом, разит нем, метаболизмом, находятся под контролем эндокринной системы. Эндокринная система регулирует и поведенческие реакции, но сама эта система контролируется центральной нервной системой, которая в свою очередь реагирует на информацию, поступающую из внешней среды. Эндокринная система состоит из желез и специальных клеток, сеотирующих гормоны. Гормоны — это химические посредники, действующие в очень низких концентрациях и оказывающие влияние на физиологические и поведенческие реакции. В отличие от нервной системы, гормоны обеспечивают непрерывное усиление стимула к определенному месту в течение нескольких часов или дней. Многоклеточные ткани более доступны именно для гормональной стимуляции. Источниками гормонов служат нейросекреторные клетки головного мозга, кардиальные тела, прилежащие тела, вентральные, проторакальные и другие железы и клетки. Гормоны, выделяемые этими железами, регулируют многие важнейшие процессы и развитие насекомых, включая личиночный рост, линьку, половое созревание и др. Ювенильный гормон, выделяемый прилежащими телами, способствует образованию личиночных органов. Экдизон — гормон линьки, выделяемый проторакальными железами, стимулирует линьку личинок. Например, у шелкопрядов имагинальная линька, как правило, происходит в определенное время дня и синхронизирована с продолжительностью светового дня. Фотопериод стимулирует секрецию гормона нейросекреторными клетками головного мозга, который в свою очередь запускает процесс линьки. Некоторые методы борьбы с вредными насекомыми построены на подавлении действия тех или иных секреторных клеток.

Половая система насекомых и половые продукты. Насекомые — раздельнополые животные. Известно только несколько примеров гермафродитизма, когда одна особь несет в себе признаки обоих полов. В состав женской половой системы входят следующие элементы. Парные яичники состоят из овариол (яйцевых трубочек), в которых образуются яйца. Число овариол может быть от 2 до 25000. Каждая овариола заканчивается прикрепительной нитью (терминальным филламентом). В верхней части трубочки находятся развивающиеся яйца, а в нижней — более зрелые. Основание трубочки образует небольшой проток, или ножку (педицеллум). Ножки овариол вместе образуют калিকে, который открывается в латеральный яйцевод. Латеральные яйцеводы соединяются в общий яйцевод, впадающий в яйцевую камеру (вагину). Вагина выходит непосредственно в наружный яйцеклад. Семяприемник расположен с дорсальной стороны, в нем хранится сперма. Семяприемник примыкает к стенке вагины. Попав в вагину из семяприемника, сперматозоиды проникают в яйцо. В проток семяприемника впадает проток непарной половой железы. Парные придаточные железы выделяют липкий секрет для склеивания яиц в кладке. Разнообразные отклонения от описанной схемы служат систематическим признаком, имеющим большое таксономическое значение. Овариолы наполнены фолликулярным эпителием, из которого образуются яйцевые клетки. Яйца созревают постепенно и наполняются желтком, который находится в начале яйцевой трубочки или в отдельных камерах, чередующихся с яйцевыми. Выделения фолликулярного эпителия камер формируют оболочку (хорион) яиц. В хорионе находится микропиле — микроскопическое отверстие, через которое проникают сперматозоиды. Вид и форма хориона могут быть таксономическим признаком и характеризовать состояние будущего потомства. Пустые яйцевые камеры видоизменяются и образуют желтое тело. Присутствие желтого тела в яйцевом аппарате указывает на то, что самка уже откладывала яйца. Это важно знать при обследовании состояния популяции вредителей, в частности короедов. Оплодотворение большей частью происходит в вагине. Форма яиц у насекомых весьма разнообразна и часто характерна для отдельных видов. У ряда насекомых, главным образом из отряда Hymenoptera, яйца бывают стебельчатыми, например у многих наездников и орехотворок, овальными — у двукрылых, круглыми — у бабочек и пилильщиков. Микропиле иногда находится на особых отростках или на выросте, имеющем подобие воротничка. Мужская половая система по общему принципу строения сходна с женской. Ее основные элементы — пара семенников, протоки, резервуары со спермой и выводящие протоки. Каждый семенник состоит из группы семенных трубочек, или фолликулов, в которых образуется сперма. Семенные трубочки от-

крываются в общий проток — семяпровод, который в свою очередь открывается в резервуар — семенной пузырек. От каждого семенного пузырька отходит самостоятельный проток. Эти протоки образуют затем общий семяизвергательный проток, проходящий внутри пениса, или фаллуса. Структуры, связанные с пенисом, формируют мужские гениталии — эдеагус. К семяизвергательному каналу примыкают придаточные железы. Они выделяют секрет, смешивающийся со сперматозоидами. При копуляции сперма либо непосредственно вводится в половое отверстие самки, либо у самца из выделений придаточных желез образуется мешочек (сперматофор), наполненный сперматозоидами, который самец вкладывает в половое отверстие самки или подвешивает к нему. Впоследствии сперматофор раскрывается, и сперматозоиды проникают в половые пути. Время созревания половых продуктов различно. У некоторых насекомых с полным превращением сперматозоиды образуются уже в куколочный или даже в личиночный период, у других — только у взрослого насекомого. Яйца у ряда насекомых созревают также в куколочной стадии, и самка по выходе из куколочки может сейчас же откладывать их, как это наблюдается, например, у соснового шелкопряда. У майских хрущей и многих других жуков взрослые насекомые должны по выходе из куколочки питаться {дополнительное питание) и только по прошествии известного времени насекомое способно к копуляции и откладке яиц. У многих видов после периода половой деятельности наступает перерыв, в течение которого насекомое должно усиленно питаться, чтобы снова начали развиваться его половые продукты (например, возобновительное питание у короедов).

Жизненный цикл и диапауза. Индивидуальное развитие особи, включающее всю совокупность ее преобразований от зарождения (оплодотворение яйцеклетки) до конца жизни, обозначают термином онтогенез. Онтогенез, или жизненный цикл развития насекомых, обычно подразделяют на несколько фаз: эмбриогенез (развитие организма внутри яйца), постэмбриональное развитие, или метаморфоз (от яйца до имаго), и зрелость (стадия имаго). Во время эмбриогенеза происходит быстрое преобразование одной клетки в целый организм с полным набором видоспецифических признаков, в процессе которого воспроизводится эволюционная история формирования данного таксона. Метаморфоз — наиболее продолжительная по времени фаза последовательных изменений организма, готовящая организм к размножению. Имагинальная стадия развития обеспечивает размножение и, следовательно, начало нового цикла развития. В энтомологии иногда используется термин жизненный цикл, который равнозначен терминам поколение и генерация. Это совокупность фаз развития от яйца (зиготы) до половозрелой особи (имаго). Продолжительность онтогенеза определяется числом поколений (генераций) в году и у разных видов насекомых неодинакова. У поливольтинных видов может быть до 10—15 генераций в год (многие виды двукрылых), а у моновольтинных — одна генерация в год (сосновые лубоеды). У некоторых видов генерация занимает несколько лет (хрущи, шелкоуны), а у североамериканских цикад развитие может продолжаться 17 лет. Генеративные видоспецифические особенности состоят в наличии или отсутствии диапаузы, т.е. фазы развития, в которой насекомое переживает неблагоприятные условия, появлении смены поколений и др. Диапауза может быть облигатной, т.е. обязательной для онтогенеза данного вида, или факультативной, возникающей только в случае наступления неблагоприятных условий. Продолжительность онтогенеза может изменяться у одного и того же вида — быть неодинаковой у разных популяций, обитающих в разных частях ареала, или меняться в зависимости от конкретных условий, включая изменения погоды и объем пищевых ресурсов. Например, восточный майский хрущ обычно развивается 5 лет, но по мере продвижения к югу в зависимости от погодных условий его генерация сокращается до 4 лет, а генерация обыкновенного соснового пилильщика — от двух лет до двух раз в год. Примеры такого рода можно привести для многих вредителей леса, у которых диапауза не является облигатной. Наибольшую сложность цикл развития приобретает у насекомых, развивающихся со сменой поколений (гетерогония), особенно у хермесов. Например, бескрылые самки-основательницы зеленого хермеса *Sacchiphantes abietis viridis* Ratz в мае после зимовки появляются на ели, питаются соками развивающихся побегов и откладывают яйца у основания почек. Хвоинки принимают форму чешуек. Вылупившиеся личинки живут между чешуйками и сосут соки, вызывая усиленный рост чешуек и образование галлов. В июле они превращаются в нимф с зачатками крыльев и выходят из галла. Нимфы линяют, становятся

крылатыми и перелетают на лиственницу, где откладывают яйца. Из яиц выходят самки — ложные основательницы. Они зимуют на коре или хвое. Весной они откладывают яйца, из которых появляются крылатые плодоноски, перелетающие на ель. Они опять откладывают яйца на хвою. Из яиц выходит обоеполое поколение. Оплодотворенные самки откладывают яйца по одному под чешуйки побега. Осенью из яйца выходит личинка — будущая основательница, которая зимует у основания почки. Знание сроков развития насекомых, включая сроки развития отдельных фаз, принципиально важно для организации борьбы с вредителями. Установить сроки развития отдельных фаз позволяют многолетние наблюдения, анализ взаимосвязей показателей развития с теми или иными внешними факторами и природными явлениями. Развитие вредителей леса в первую очередь связано с циклами развития кормовых пород деревьев (растений-хозяев). Так, лёт восточного майского хруща совпадает с распусканием листьев березы, а у дубовой листовертки начало питания гусениц совпадает с началом распускания листьев дуба. Такие наблюдения называются фенологическими, а графическое изображение календаря развития отдельных фаз — фенограммой.

Эмбриогенез насекомых. Яйцо представляет собой билатерально-симметричную клетку с двумя оболочками: плотной наружной (хорион) и внутренней (желточной). В оболочках имеется крошечное отверстие — микропиле, через которое проникает сперматозоид. Внутри находится ядро, окруженное цитоплазмой. Центральная часть цитоплазмы содержит много желтка (малое количество желтка наблюдается в яйцах некоторых наездников, развивающихся внутри тела хозяина). Яйцо обычно оплодотворяется незадолго до начала яйцекладки. Один или несколько сперматозоидов проникают в яйцо, когда оно проходит по яйцеводу. После оплодотворения образуется зигота и начинается дробление. У большинства насекомых наблюдается дробление, при котором ядро, окруженное небольшим участком цитоплазмы, делится на две части, потом продукты деления делятся вновь и вновь. Число клеток возрастает, они располагаются среди шариков желтка и постепенно выходят на периферию яйца. Желток при этом не делится. Вышедшие на периферию клеточки располагаются в один сплошной ряд, образуя так называемую бластодерму. На этой стадии внутри яйца находится желток, а в нем — некоторое количество клеток (желточные клетки), оставшихся при дроблении внутри яйца. При дальнейшем развитии зародыша они помогают усвоению желтка, не образуя никаких органов зародыша и, в конце концов, перевариваясь вместе с желтком. Из бластодермы путем деления клеток образуется зародышевая полоса, сначала на небольшом участке поверхности яйца, а потом она распространяется на брюшную сторону будущего зародыша. Продолжающееся размножение клеток бластодермы приводит к впячиванию срединной части зародышевой полосы с последующим смыканием над местом впячивания наружного слоя. Так полоса дифференцируется на зародышевые слои — эктодерму и мезодерму. Энтодерма образуется за счет оставшихся в яйце неиспользованных ядер дробления. Одновременно происходят бластокинез, образование зародышевых оболочек и сегментация. Во время бластокинеза разрастается зародыш. В наружной зародышевой оболочке у многих насекомых образуется пигмент, за счет которого яйца темнеют, что указывает на начавшееся развитие яйца. К моменту значительного развития яйца. К моменту значительного развития зародыша оболочки зародыша лопаются, стягиваются на спинную сторону и затем усваиваются вместе с желтком. У некоторых насекомых оболочки сохраняются до конца эмбрионального развития и прорываются при выходе молодого насекомого из яйца. Очень часто они съедаются вместе с хорионом (наблюдается у многих бабочек). В процессе сегментации зародышевая полоса начинает снова дифференцироваться. Расширяется ее передний конец, образуя головные лопасти; задний конец также становится немного шире. Начинают обозначаться границы члеников тела насекомого — полоса разделяется на 20 члеников, или сегментов. На переднем конце обособляются 5 члеников, входящих в состав будущей головы насекомого, и 3 грудных членика, за которыми следуют 12 брюшных. Самый передний и задний членики не образуют конечностей, а на всех остальных на брюшной стороне появляются парные бугорки, которые затем преобразуются в те или иные конечности. Впереди возникают зачатки усиков, затем 3 пары ротовых конечностей, далее 3 пары грудных и 11 пар брюшных. Зачатки конечностей сначала все схожи, затем они дифференцируются. Передние конечности превращаются в усики, перемещаясь на спинную сторону. Следующие 3 пары сближаются друг с другом, окружая образовавшееся ротовое отверстие. Соответствующие

их членики тела сливаются друг с другом и вместе с двумя передними члениками формируют голову насекомого. При развитии 3-й пары ротовых конечностей можно хорошо видеть, как правая и левая конечности сближаются между собой, образуя нижнюю губу. Грудные конечности удлиняются, образуя ноги. Зачатки брюшных конечностей в скором времени бесследно исчезают (что указывает на происхождение насекомого от многоногих предков), за исключением конечностей 9-го и 11-го брюшных члеников, которые сохраняются у ряда насекомых в виде церков и грифельков. У низших насекомых на 1-м брюшном членике и некоторых других они могут сохраняться в виде специализированных придатков (прыгательная вилка и др.). Брюшные ноги гусениц и личинок пилильщиков также развиваются из зачатков брюшных конечностей. В большинстве случаев у молодой еще зародышевой полосы на переднем и заднем концах путем стягивания клеток образуются передний и задний энтодермы, которые затем растут по направлению друг к другу, образуя эпителий средней кишки. Из энтодермы возникают наружные покровы насекомого, различные железы, дыхательная система, нервная система с органами чувств, протоки половых органов и передняя и задняя кишки с мальпигиевыми сосудами. Полые органы образуются впячиванием энтодермы. Таким образом, кишечный канал формируется из трех отдельных зачатков, и эти три части первоначально не сообщаются между собой. Эта особенность свойственна тем насекомым, которые живут в качестве паразитов внутри других насекомых (наездники) или находятся в замкнутых ячейках (личинки пчел в сотах). Только перед окукливанием данные отделы кишечника начинают сообщаться, и насекомое может выделить накопившиеся в желудке экскременты. Выделение экскрементов, заключающих мочекислые соединения и другие ядовитые вещества, во время питания личинки отравило бы окружающую среду, т. е. ткани хозяина или мед в сотах, и насекомое погибло бы. Из мезодермы, дифференцирующейся обычно из энтодермы, образуются мышцы, включая мышечный слой кишечника, жировое тело, кровеносная система и оболочка половых желез. Гонады развиваются из клеток полового зачатка, обособляющихся еще до дифференциации зародышевого слоя. По окончании формирования зародыша насекомое может вылупиться из яйца или, как у монашенки, сформировавшаяся гусеница остается в течение зимнего периода внутри яйца, и только с наступлением весеннего тепла покидает яйцевую оболочку.

Метаморфоз и типы развития. Развитие насекомого после выхода из яйца, или метаморфоз, сопровождается большей частью изменениями в его организации. Эти изменения связаны с необходимостью смены экзоскелета, который ограничивает рост личинок. Кроме того, эти изменения, особенно резкие, расширяют спектр адаптивных возможностей насекомых. После выхода личинки из яйца различают следующие стадии развития: личинка, куколка, имаго. Различают два основных типа метаморфоза — развитие с неполным превращением (Hemimetamorphosis) и развитие с полным превращением (Holometamorphosis). Метаморфоз всех насекомых сопровождается процессами *гистолиза* и *гистогенеза*. При неполном превращении внутренние изменения протекают постепенно и при переходе во взрослую фазу не сопровождаются коренной перестройкой всей личиночной организации. При полном превращении в процессе гистолиза уничтожаются все личиночные органы. Распад внутренних органов особенно интенсивен на стадии куколки. Гистолиз не затрагивает нервную, половую систему и спинной сосуд. Продукты гистолиза и имагинальные диски (зачатки имагинальных органов) дают начало новым органам. Определяющую роль при метаморфозе играет эндокринная система, включающая в первую очередь нейросекреторные клетки головного мозга, кардиальные тела, прилежащие тела и переднегрудные железы. Мозговой гормон через аксоны мозга переносится к кардиальным телам, а они передают его в кровь. Он стимулирует обмен веществ и переднегрудные железы, которые выделяют экдизон — гормон линьки. Экдизон способствует развитию гонад, дифференциации тканей и линьке. Прилежащие тела выделяют ювенильный гормон, который, напротив, препятствует линьке во взрослую фазу и стимулирует рост и развитие личиночных органов. Ослабление прилежащих тел приводит к усилению роли экдизона и линьке во взрослую фазу. Гистолиз начинается в конце жизни личинки последнего возраста (фаза предкуколки). Такая личинка прекращает питание и движение и часто сокращается в размерах. У насекомых с неполным превращением эта стадия называется фазой пронимфы. При *развитии с неполным превращением* личинка по своей организации и образу жизни похожа на имаго (имагообразная личинка, или нимфа), но есть и от-

личия. Усики личинок имеют меньшее число члеников. У личинок первого возраста нет крыльев. После первой или второй линьки появляются их зачатки в виде складок кожи на соответствующих члениках груди. После следующей линьки эти зачатки оказываются уже более длинными. С линьками увеличивается число члеников усиков, и постепенно появляются придатки на брюшке (например, яйцеклад у кузнечиков). Окраска взрослых и молодых нередко резко различается; так, например, у перелетной саранчи личинки (молодые саранчуки) черные, а взрослая саранча зеленая. У клопов наблюдается известное отличие между всеми молодыми стадиями и взрослой формой: у всех стадий, за исключением взрослых, пахучие железы находятся на спинной стороне брюшка, а у взрослых подобные железы имеются на брюшной стороне груди (спинные исчезают). Такого рода развитие характерно для отрядов полужесткокрылые (Heteroptera), прямокрылые (Orthoptera), хоботные (Rhynchota), а также для термитов и некоторых других. Некоторые авторы выделяют частные случаи развития с неполным превращением. *Гипоморфоз* — развитие вторично бескрылых насекомых — вшей, пухоедов, бескрылых саранчовых, кузнечиков, сверчков, тараканов, палочников, сенокосов, клопов и др. В этом случае нимфы и имаго из-за отсутствия крыльев малоотличимы друг от друга. *Гиперморфоз* является усложнением неполного превращения и характерен для алейродид, трипсов, самцов кокцид. У этих насекомых в конце развития личинок появляется покоящаяся Стадия, однако нимфа, так же как и у всех насекомых, развивающихся с неполным превращением, сходна с имаго. У некоторых групп развитие происходит по типу неполного превращения, но молодые стадии живут в иной среде и поэтому ведут иной образ жизни, чем взрослые формы. Так, стрекозы, поденки, веснянки развиваются в воде, взрослые же формы ведут воздушный образ жизни. В связи с этим организация молодых особей резко отличается от организации взрослых. У личинок (здесь можно уже с полным правом применять этот термин) есть трахейные жабры, общая форма тела резко отличается от тела взрослых, у личинок стрекоз имеется так называемая маска (сильно видоизмененная нижняя губа) и т.д. Насекомое на предпоследней стадии развития выходит из воды и, линяя, превращается во взрослую крылатую особь с уже открытой дыхательной системой. У поденок окрыленное насекомое еще раз линяет. У другой группы насекомых из семейства цикад (отряд Homoptera) молодые стадии живут в земле, и форма их тела резко отлична от формы тела взрослых: передние ноги копательного типа. После ряда линек личинки их выходят из земли и превращаются во взрослых цикад, которые держатся на деревьях, имеют широкое тело, звуковой аппарат и т.д. У первично бескрылых насекомых (Apterygota) крылья не развиваются ни у личинок, ни у взрослых насекомых. Подобное развитие называют *эпиморфозом* и подразделяют на *анаморфоз* и *протоморфоз*. *Анаморфоз* — развитие, при котором у личинки нарастает число брюшных сегментов, а полное их количество достигается только во взрослой фазе (протуры или бессеяжковые). *Протоморфоз* — развитие, при котором животное линяет во взрослом состоянии, а у личинки отсутствует разделение на грудь и брюшко (щетинохвостки, или тизануровые, подуры и двуххвостки, или диплуры). Развитие с полным превращением гораздо сложнее, чем гемиметаморфоз. Главнейшие обитатели леса — отряды жесткокрылых (Coleoptera), сетчатокрылых (Neuroptera), чешуекрылых (Lepidoptera), двукрылых (Diptera) и перепончатокрылых (Hymenoptera) — это насекомые, развивающиеся с полным превращением. Здесь можно наблюдать три резко отличные стадии: личинку (larva), куколку (пура) и взрослое насекомое, или имаго (imago). Из яиц выходит существо, совершенно не похожее на имаго. Личинки отличаются червеобразной формой тела, у них большей частью короткие усики, грызущий ротовой аппарат, простые глазки, короткие грудные ноги (нередко ноги совершенно отсутствуют), полностью отсутствуют крылья, у некоторых групп есть брюшные (ложные) ноги. Внутренняя организация личинок также значительно отличается от организации взрослых. Величина и форма отдельных частей пищеварительного канала, расчленение нервной системы, мускулатура и другие черты не похожи на признаки имаго. У многих личинок (гусеницы и личинки большинства перепончатокрылых) есть особые прядильные, или паутиные, железы, которые играют большую роль в их жизни: из паутины личинки делают коконы, многие гусеницы зимуют в паутиных гнездах, другие свертывают листья паутиной, спускаются на землю на паутиной ниточке и т. д. У личинки имеются зачатки будущих крыльев, усиков, ног и других частей, но снаружи они незаметны, находятся под кожей в виде так называемых имагинальных дисков, которые представляют

собой группы мелких эмбриональных клеток, заключенных в мешочки. Так, у личинок мух на спинной стороне с боков средне и заднегруди находятся имагинальные диски крыльев и жужжалец; на брюшной стороне во всех трех члениках груди имеются диски ног, на переднем конце личинки — имагинальные диски усиков, глаз, хоботка. У наездников на 8м и 9м члениках брюшка есть диски частей яйцеклада. Во все время личиночной стадии эти диски остаются в неизменном виде и только перед окукливанием, когда личинка перестает питаться и двигаться, начинают разрастаться; у личинок с нежными кожными покровами они немного выпячиваются и, наконец, в фазе куколки диски оказываются снаружи. *Личиночная стадия* (или *фаза*) — это преимущественно стадия питания, когда в жировом теле накапливаются большие запасы питательных веществ. Образ жизни личинки и взрослого животного различен: так, личинки пластинчатоусых жуков живут в земле — взрослые жуки держатся на деревьях; гусеницы бабочек обитают на различных частях растений — бабочки посещают цветки; личинки комаров населяют водоемы — взрослые летают повсюду, нападая на различных животных и высасывая их кровь. После ряда линек личинка перестает питаться и двигаться, иногда предварительно делая себе кокон или колыбельку, и через некоторое время она превращается в куколку. *Куколка* по своей организации ближе стоит к имаго, чем к личинке, так как у нее с большей или меньшей ясностью выступают будущие части взрослого насекомого. У куколки имеется плотный хитиновый покров, затягивающий ротовое и анальное отверстия, она не питается, но дышит. У куколки в большей или меньшей степени заметны части будущего взрослого насекомого (конечности, глаза), имеются довольно большие крыловые зачатки. Куколки могут быть двух типов: открытые — конечности и крылья хорошо заметны и отделяются от тела (жуки, перепончатокрылые, двукрылые, сетчатокрылые) и покрытые — части будущего имаго плотно прилегают к телу, покрыты общим хитиновым покровом и сравнительно плохо различимы (бабочки). Куколка обычно малоподвижна, так, у бабочек она может слегка двигать брюшком, если ее зажать между пальцами (признак, по которому можно отличить живую куколку от мертвой). Однако подвижность куколок может быть довольно высокой: у некоторых бабочек куколка производит настолько энергичные движения брюшком, что все ее тело переворачивается с одной стороны на другую (например, у соснового шелкопряда). Куколки некоторых мух, находящиеся в земле, перед выходом имаго прокладывают себе путь для выхода из земли с помощью шпиков и отростков на теле. Куколка верблюдки (*Raphidia*) выходит из-под коры дерева и быстро передвигается на ее поверхности. Куколки комаров энергично плавают в воде. Куколки могут быть ничем не покрыты, например у божьих коровок, дневных бабочек, или находиться так или иначе в устроенном коконе. Различают коконы трех типов: 1) *настоящие коконы*, сделанные из паутины, как у многих бабочек и пилильщиков, плотные, как у соснового шелкопряда, соснового пилильщика, или рыхлые, состоящие иногда из отдельных нитей паутины, как у монашенки; 2) *ложные коконы*, состоящие из съезжившейся и потемневшей несброшенной личиночной шкурки, имеющей форму бочонка, — такие коконы свойственны большинству мух, например тахинам; 3) *коконы из посторонних частиц*, например, склеенные из земли, сооруженные из древесных волокон (*Pissodes notatus*) и т.п. У бабочек коконы нередко образованы из посторонних веществ, соединенных паутиной: из земли, как у зимней пяденицы, из листьев, хвоинок и т.д. *Имаго* — следующая фаза развития, во время которой насекомое ведет образ жизни, резко отличающийся от предшествующих двух стадий. Имаго некоторых видов питается, других — только пьет воду или вообще не питается и не пьет, существуя за счет запасов, накопленных личинкой. Насекомое во взрослой стадии уже не растет и не линяет. Однако непосредственно после выхода из куколки имаго должно расправить крылья; у некоторых жуков окончательная окраска по выходе из куколки еще не выражена: так, надкрылья божьих коровок сначала белые, а затем темнеют и на них появляются точки. У самок некоторых насекомых может сильно раздуваться брюшко в связи с развитием яиц (например, у некоторых листоедов, у муравьев). Видоизменением голометаморфоза является так называемый *гиперметаморфоз* (сверхпревращение), наблюдаемый у некоторых представителей жесткокрылых (семейство нарывники, или майковые, *Meloidae*), двукрылых (паразитические мухи жужжала — семейство *Bombyliidae*), веерокрылых (*Strepsiptera*). Так, у жука шпанской мушки (*Lytta vesicatoria*, семейство *Meloidae*), питающегося во взрослом состоянии листьями ясеня и сирени, из яиц выходят личинки, отличающиеся своей подвиж-

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

Встреча полов, спаривание и появление потомства. Встреча полов и спаривание обеспечиваются системой видоспецифических, т. е. характерных только для данного вида, сигналов, включая звуковые, цветовые, этологические и самое главное — химические. У саранчовых и некоторых кузнечиков звуковые сигналы издают оба пола, а у певчих цикад, сверчков, большинства кузнечиков — только самец. Различия между особями по размеру, окраске и ряду других признаков называются диморфизмом. Различия между самками и самцами одного вида называются половым диморфизмом. Яркая окраска некоторых частей тела самцов или самок (крыльев у бабочек, задних голеней у саранчовых) служит цветовым сигналом, привлекающим особей противоположного пола. Наиболее распространенное и мощное средство половой коммуникации — химические сигналы, которые обеспечиваются половыми аттрактантами. Это сложные летучие соединения; действующие в очень малых концентрациях. По некоторым данным, самцы непарного шелкопряда могут реагировать на концентрацию феромонов, выделяемых самкой. *Оплодотворение* составляет важнейшую сторону жизни насекомых и отличается большим разнообразием форм. У низших насекомых, сохранивших связь с влажной средой, живущих в почве или на гнилой древесине, оплодотворение не сопровождается контактом самки и самца. Самцы рассеивают капельки спермы или сперматофоры, а оплодотворение происходит, когда самка захватывает эти порции семени своими половыми отверстиями. У высших насекомых наружное оплодотворение заменяется внутренним и называется *копуляцией*, или спариванием. У насекомых с неполным превращением (тараканы, богомолы, длинноусые прямокрылые, сетчатокрылые) самец выделяет сперматофор, который самка сразу подхватывает половыми придатками. У высших крылатых насекомых сперматофор или одна сперма вводится непосредственно в половые пути самки. В этом случае у самца имеется специальный половой аппарат (копулятивный орган), который у большинства насекомых служит хорошим систематическим признаком. У некоторых насекомых спаривание происходит один раз в жизни (например, у пчел), у других повторяется несколько раз (многие короеды, усачи). При этом между копуляцией и собственно оплодотворением яиц может проходить иногда довольно продолжительное время. Например, самки обыкновенных комаров копулируют осенью, но только весной, после питания их кровью, яйца созревают, оплодотворяются и откладываются. Все это время сперма сохраняется в семяземнике самки. Время самой копуляции и положение насекомых при этом бывают различны. Так, у наездников копуляция большей частью продолжается всего несколько секунд, тогда как у жуков-листоедов или у майского хруща самец и самка остаются соединенными в течение нескольких часов. Головами они бывают направлены или в разные стороны, или в одну, причем или самец сидит на самке, или наоборот, как, например, у медведки. В отдельных случаях у насекомых наблюдаются аномалии: одновременная копуляция нескольких самцов с одной самкой или копуляция двух самцов (введение копулятивного органа в анальное отверстие наблюдалось неоднократно у майских хрущей). Нормальным считается соединение особей одного вида, однако же, как и вообще в животном мире, возможна копуляция между разными видами и даже между представителями различных родов. Часто подобная копуляция не ведет к оплодотворению яиц, но в некоторых случаях получают межвидовые гибриды. В искусственных условиях гибриды получаются сравнительно легко, особенно у многих видов бабочек. Иногда их находят и в природе. *Откладка яиц* — основной способ появления потомства у насекомых. Вылупление из яйца происходит после его откладки. Откладка яиц в большинстве случаев происходит в несколько приемов, разделенных проме-

жутками времени. В некоторых случаях самка откладывает за один раз известное количество яиц и затем сравнительно скоро погибает (поденки). Яйца могут откладываться поодиночке, как, например, у сосновой пяденицы, или кучкой (у медведки), или в виде яйцевых коконов или пакетов, образованных выделениями придаточных половых желез (тараканы, саранчовые; у последних откладываются в землю так называемые кубышки). В редких случаях самки выбрасывают яйца из полового отверстия во время полета (бабочка *Herpalus humuli*). В огромном большинстве случаев яйца приклеиваются выделениями придаточных половых желез к различным частям растений (листья, хвоя, кора и т.д.) или к каким-нибудь предметам (камни, заборы и т.д.). В редких для бабочек случаях самка при откладке яиц отделяет волосковидные чешуйки с конца брюшка, прикрывая всю кладку как бы войлоком (непарный шелкопряд и златогузка). Многие насекомые яйцекладом надрезают или прокалывают части растений и откладывают яйца в растительную ткань (пилильщики, орехотворки). Те насекомые, у которых личинки живут в земле, откладывают яйца на землю или в большей или меньшей степени зарываются в землю для яйцекладки. Насекомые, личинки которых являются паразитами, откладывают яйца на тело или внутрь тела своей жертвы. Тем, которые паразитируют на насекомых, живущих под корой или вообще внутри растений, приходится своим яйцекладом прокалывать соответствующую часть растения. В разнообразных способах откладки яиц у насекомых проявляется забота о потомстве. Прежде всего она выражается в том, что самки отыскивают подходящий субстрат для развития своего потомства. Так, растительные насекомые для откладки яиц, как правило, выбирают кормовые растения своих личинок. В качестве наиболее яркого примера заботы о потомстве можно привести способ откладки яиц некоторыми короедами, вбуравливающимися для этой цели в дерево, прокладываящими в нем особые ходы и располагающими свои яйца так, чтобы было обеспечено правильное развитие личинок (по бокам ходов). Общественные насекомые устраивают в своих гнездах особые камеры (муравьи) или ячейки (пчелы) для откладки яиц. У некоторых насекомых самка, отложив яйца, охраняет их (уховертки). Существуют и другие способы появления потомства или увеличения числа особей на различных стадиях развития. *Живорождение* наблюдается у некоторых тараканов, кокцид, трипсов, жуков и мух. В этом случае яйца задерживаются в вагине, и все развитие проходит внутри тела самки. Существует ряд случаев, когда яйца только на некоторое время задерживаются в половых путях, начинают там развиваться, а затем откладываются, как, например, у некоторых мух-тахин; у них же отмечаются случаи яйцеживорождения, когда откладывается яйцо, содержащее вполне готовую личинку, которая тотчас же после откладки покидает яйцевую оболочку. У тлей яйца начинают развиваться еще в яйцевых трубочках (без оплодотворения) и самки производят на свет личинок. Иногда на свет появляется сразу предкуполка. Партеногенез существует почти во всех отрядах насекомых. При партеногенезе из неоплодотворенных яиц развиваются только самцы (аррентокия) или только самки (телитокия), либо оба пола (амфитокия). При этом партеногенетические особи могут быть гаплоидными или диплоидными (в некоторых случаях полиплоидными). Партеногенез может быть факультативным или облигатным. Факультативный партеногенез с образованием гаплоидных особей характерен для пчел, некоторых паразитических перепончатокрылых, алейродид, трипсов. Факультативный партеногенез с образованием диплоидных особей — у палочников, саранчовых, кокцид, пилильщиков. У хермесов наблюдается циклический партеногенез с чередованием поколений (гетерогония), при этом телитокия чередуется с амфитокией. Партеногенез повышает потенциал размножения (за счет того, что в увеличении числа особей участвует только один пол), а также шансы на расселение, позволяет преодолеть неблагоприятное воздействие среды. *Педогенез* — размножение в фазе личинки. Обнаружен у галлиц, некоторых видов жуков и клопов. В яичниках личинки развиваются партеногенетические яйца, из которых выходят личинки, поедающие тело матери. В этих личинках в свою очередь развивается следующее партеногенетическое поколение. *Полиэмбриония* — размножение в фазе яйца, свойственное паразитическим насекомым. Яйцо, отложенное в тело хозяина, разрастается в длинную цепочку, иногда из многих десятков яиц, каждое из которых развивается в личинку и имаго. Это типичный случай бесполого размножения, так как в данном случае воспроизводится гетерогенетическое поколение. *Плодовитость* насекомых крайне разнообразна. Обоеполое поколение хермесов откладывает всего одно яйцо, тогда как есть насекомые, откладывающие

до 3000 яиц (майки). Непосредственной связи между присутствием гонад и вторичными половыми признаками у насекомых нет. Это показывают опыты по удалению зачатков гонад у гусениц. Оперированные личинки развивались во вполне нормальных бабочек, со всеми вторичными половыми признаками самок или самцов (у непарного шелкопряда). Мало того, у кастрированных самцов сохранялось стремление к копуляции, а самки отделяли со своего брюшка волоски, которыми они покрывают отложенные яйца. Плодовитость контролируется различными экологическими факторами. Под влиянием неблагоприятных условий среды она может существенно снижаться.

Тема 2.2 Состав группы вредителей растений. Вредители плодов и семян древесных растений. Вредители всходов и семян питомников, лесных культур, естественного возобновления и молодняков. Комплекс почвенных насекомых - компьютерная презентация (2 часа)

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

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

К основным типам повреждений относят следующие.

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

Скелетирование листьев - уничтожение мягких тканей с оставлением нетронутыми жилок - осуществляют гусеницы бабочек и личинки пилильщиков младших возрастов, личинки и жуки листоедов.

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

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

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

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

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

Протачивание под корой и в древесине ходов, которые могут иметь как сложное, так и относительно простое строение, осуществляют различные вредители. Сложные ходы имеют вид определённых фигур (вилчатые, звездчатые, одиночные продольные и поперечные маточные ходы, с отходящими от них личиночными), протачивают короеды. Простые продольно- или поперечно направленные, клубкообразные, спиралевидные или беспорядочные ходы проделывают личинки усачей, златок, долгоносиков и др. На поверхности коры у входных отверстий на хвойных породах часто образуются смоляные воронки, на лиственных - из отверстий вытекает сок, возле них скапливаются опилки или буровая мука.

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

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

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

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

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

Потери. Это реально наблюдаемые состоявшиеся последствия повреждений леса вредителями и болезнями, выражающиеся в частичной или полной утрате ресурсных, материальных, экологических или социальных характеристик леса; в снижении его устойчивости, продуктивности, средозащитных и средообразующих функций. К *весовым (материальным) полезностям леса (лесным ресурсам)* относятся древесина, урожай плодов и семян, выращенные саженцы и сеянцы в питомниках, древесная зелень, корьё, корневой осмол, лекарственное сырьё, грибы, ягоды, продукты лесного пчеловодства, дичь, пушнина и др. К *невесомым полезностям леса* относятся его экологические функции: ландшафтообразующие, водорегулирующие, почвозащитные, климаторегулирующие, рекреационные, поглотительные, фильтрующие и аккумулирующие загрязнения, производство кислорода и фитонцидов, утилизация и накопление углерода, ионизация воздуха и др.

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

В состав потерь в эколого-хозяйственных объектах лесной отрасли обязательно включаются реально учитываемые затраты при их создании и содержании. Это *непроизводительные затраты*, возникшие вследствие отсутствия эффекта вложений на создание и содержа-

ние объектов лесной отрасли и *упущенный доход* от реализации лесной продукции или использования ресурсов леса.

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

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

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

Экологические потери и ущерб заключаются в состоявшихся или ожидаемых нарушениях средообразующих и средоохраняющих функций леса, обеднении биоразнообразия, замедления темпов роста, снижении общей продуктивности, кислородопродуцирующей и углерододепонирующей способности, в активизации нежелательных процессов и явлений в лесах и других эколого-хозяйственных объектах лесной отрасли. Наиболее полным учётом потерь может служить оценка влияния вредителей на баланс CO₂ на основании последствий нарушений экосистемного уровня.

Социальные потери или ущерб выражаются в происшедшем или ожидаемом воздействии усыхания или повреждения лесов на условия жизни населения путём населения снижения привычных норм использования им не древесной продукции леса, ухудшения рекреационных функций лесов, в неблагоприятных изменениях уровня жизни населения, а так же людей, работающих в лесной отрасли.

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

Устойчивость древесных пород к повреждениям. От защитных регенеративных свойств самого растения, его уязвимости и способности реагировать на повреждения зависит устойчивость древесных пород к повреждениям. Например, заливая места проникновения короедов смолой или соком, заращая нанесённые поражения тканей, изменяя биохимический состав смолы, сока и тканей, деревья снижают кормовые качества, уменьшая привлекательность корма для насекомых. Факторы природного и антропогенного характера, снижающие устойчивость растений к вредителям и нарушающие их полезные свойства и функции объектов лесного хозяйства и озеленения, рассматриваются в последующих главах.

Вредители корневых систем растений.

Общая характеристика группы. Корневые вредители относятся к группе почвообитающих насекомых. Для насекомых разных таксономических групп почва служит местом их длительного обитания (личинки пластинчатоусых, многих щелкунов и других жуков, многих мух и др.), либо местом окукливания или зимовки, либо временным убежищем (многие чешуекрылые, гусеницы которых окукливаются в почве). Среди почвообитающих насекомых есть представители многих отрядов с разными типами питания - растительноядные, хищни-

ки, сапро- и капрофаги и др. К вредителям прорастающих семян и всходов относят личинки комаров из семейства комары-долгоножки. Повреждают корни растений личинки многих видов жесткокрылых из семейств щелкуны, чернотелки, долгоносики, пластинчатоусые. Некоторые представители семейства пластинчатоусые являются сапро- и капрофагами (навозники, бронзовки и др.). Корневые шейки растений повреждают гусеницы некоторых чешуекрылых из семейства совки. Смешанный тип питания имеют в зависимости от обстоятельств представители семейств жужелицы, щелкуны, чернотелки, некоторые из них хищничают, другие повреждают семена и всходы.

Все почвообитающие насекомые выполняют важную роль в почвообразовании, обогащая почву органическим веществом и воздействуя на её структуру и порозность. Они передвигаются путем активного прокладывания ходов, при котором раздвигают частицы почвы и измельчают их, или используют существующую в почве скважность и имеют ряд приспособлений для передвижения. Так, у личинок пластинчатоусых с С-образной формой для предотвращения скольжения тела служат шипики и крючковатые щитинки, расположенные на последнем стерните; личинки щелкунов (проволочники) обладают длинным цилиндрическим телом с плотными хитинизированными покровами и заостренным концом; медведка и жук-навозник имеют копательные передние ноги.

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

Вредители плодов и семян

Вредители плодов и семян древесных растений, или карпофаги (греч. *karpos*-плод), -разнородная в систематическом и экологическом отношении группа насекомых, личинки которых развиваются за счёт репродуктивных органов древесных пород: генеративных почек, завязей, шишек, плодов и семян. В эту группу входят преимущественно представители четырёх отрядов насекомых: *чешуекрылых* (огнёвка Шютца, шишковая хвойная огнёвка, акациевая огнёвка, еловая шишковая листовёртка, листовёртка - чешуй, желудёвая и орешниковая плодожорки, шишковая пяденица и др.), *жесткокрылых* (еловый шишковый точильщик, шишковая смолёвка, желудевый и ореховый долгоносики, ясеневый долгоносик – семяед и др.), *двукрылых* (еловая шишковая и листовенничная мухи, еловые шишковая и смоляная галлицы, елово-лиственничная лонхелида и др.) и, *перепончатокрылых* (наездники-яйцееды и др.). Наряду со специфическими вредителями репродуктивных органов плоды плод и семена часто повреждают хвое – и листогрызущие насекомые и вредители побегов - blastofagi, которые при повреждении хвои и листвы или побегов часто обгрызают генеративные почки, завязи и молодые шишки. Кроме насекомых, репродуктивные органы растений повреждают так же белки, птицы и мыши. В своём большинстве вредители репродуктивных органов монофаги, они развиваются за счёт какой-либо одной древесной породы. Ряд видов проходит дополнительное питание на листьях, завязях, цветках. Все они в период питания личинок ведут скрытый образ жизни, и лишь некоторые из них способны переходить из одних плодов или шишек в другие. Жизненный цикл большинства видов тесно связан с плодоношением кормовой породы. Они присутствуют только в тех насаждениях, которые вступили в фазу

плодоношения, при этом, чем больше урожай плодов, шишек и семян, тем больше степень их поврежденности. В неурожайные годы часть популяции вредителей впадает в диапаузу на фазах личинки или куколки. Скрытый образ жизни и разобщенность особей способствуют тому, что эти вредители имеют сравнительно мало энтомофагов и почти не повреждаются вирусными, грибными и бактериальными болезнями, им редко свойственны вспышки массового размножения. Вред от них особенно ощутим на лесосеменных участках и плантациях. Из-за повреждения резко снижается не только количество, но и качество семян, их всхожесть и энергия прорастания. Особенно велика степень повреждения желудей дуба, шишек и семян лиственницы и ели, в меньшей степени повреждаются семена пихты. В горных лесах Кавказа и Средней Азии очень сильно, но страдают от вредителей семена арчи и фисташки, плодовые и ореховые леса. Промежуточное место по пораженности семян занимает сосна кедровая сибирская. В результате повреждения семян и плодов уменьшается их урожай и возникают нерациональные затраты на создание и содержание семенных хозяйств и плантаций, в лесах снижается темп естественного возобновления и может происходить смена пород. Так, естественное возобновление лиственницы сибирской во многих районах Сибири и Дальнего Востока почти полностью отсутствует вследствие уничтожения семян лиственничными мухами, шишковой огнёвкой, листовёртками. Повреждение семян ясеня часто ухудшает его возобновление под пологом степных лесов и лесополос. Таким образом, успех всего лесосеменного дела тесно связан с необходимостью защиты семян от вредителей.

Вредители растений в питомниках и молодняках

Это неоднородная в экологическом и систематическом отношении группа вредителей, объединенная по признаку возраста повреждаемых молодых древесных растений. В эту группу входят вредители широко распространенные в питомниках и молодняках искусственного происхождения, способные наносить ощутимый вред растениям. Они встречаются и на подросте, и на деревьях старшего возраста в естественных лесах, но их вредоносность нам не так ощутима. Это исключительно разнообразная в систематическом и экологическом отношении группа. К ней относятся *корневые вредители* (пластинчатоусые, щелкуны, чернотелки, медведки и др.); *многоядные вредители всходов и сеянцев* (саранчовые, подгрызающие совки, долгоносики, кравчики и др.); *сосущие вредители* (листоблошки, тли, белокрылки, щитовки, мучнистые червецы, войлочники, ложнощитовки, хермесы, плоские клопы); *минеры* (моли пестрянки, одноцветные моли, чехлоноска, беззубые первичные моли, моли-малютки, настоящие пилильщики, минирующие мушки и др.); *галлообразователи* (галлообразующие тли, орехотворки, галлицы, настоящие пилильщики и др.); *сворачивающие в трубки, оплетающие паутиной, скелетирующие и уничтожающие листву и хвою насекомые* (трубковерты, листоеды, долгоносики, настоящие пилильщики и ткачи-пилильщики); *протачивающие побеги, выгрызающие площадки на ветвях и стволиках и выедающие почки насекомые или blastофаги* (некоторые листовёртки, узкокрылые огневки, короеды, корнежилы, долгоносики и др.) Молоднякам вредят также и некоторые *стволовые вредители*, выбирающие для заселения тонкие стволики и ветви деревьев (малый тополевый усач и пятнистая тополевая златка), некоторые массовые *хвое- и листогрызущие насекомые* (многие пилильщики и ткачи-пилильщики и др.). Иногда один и тот же вредитель может наносить различные повреждения. Так, опыленный долгоносик повреждает хвою, побеги и корни сосны. Кроме насекомых к вредителям относят галлообразующие и паутинные клещи (класс паукообразные - Arachnoidea). Как правило, в питомниках и культурах многие вредители молодых растений приурочены к определенному возрасту растений. Так многоядные вредители (некоторые саранчовые и кузнечиковые, жуки-кравчики, свекловичные долгоносики, подгрызающие совки, комары-долгоножки и др.), появляющиеся из окружающих полей, лугов и пустырей, причиняют большой вред молодым растениям в питомниках и культурах в первые годы посадки, до их смыкания кронами, пока не сформировалась лесная среда и лесные виды насекомых не вытеснили обитателей лесных пространств. Другие виды (например, подкорный сосновый клоп, побеговьюны) особенно вредят культурам 5-12 лет. Почвообитающие вредители корней древесных растений вредят растениям и в питомниках, и в культурах на разных этапах их формирования. Роль вредителей возрастает в неблагоприятных условиях местопрорастания, при нарушении агротехники выращивания посадочного материала и при отсутствии ухода за молодыми растениями в культурах.

Тема 2.3 Членистоногие филофаги в зеленых насаждениях города, состав и структура комплекса, их распространение и роль. Хвое-и листогрызущие вредители. Стволовые вредители. Семейство короеды. Вредители цветочных культур открытого грунта. Вредители основных цветочных культур защищенного грунта. Вредители газонных трав.- компьютерная презентация (3 часа)

Хвое – и листогрызущие насекомые

Группа хвое и листогрызущих насекомых объединяет виды насекомых, чьи личинки питаются хвоей и листвой древесных растений. Их часто называют насекомыми-дефолиаторами, так как они способны частично или полностью уничтожить хвою или листву деревьев и этим лишать их фотосинтезирующего аппарата. К группе так называемых массовых хвое- и листогрызущих насекомых относятся представители двух отрядов: чешуекрылые, или бабочки (*Lepidoptera*), и перепончатокрылые (*Hymenoptera*). Их объединяет способность к периодическим вспышкам массового размножения, характер наносимых повреждений и их последствия. Во время вспышек массового размножения численность популяций хвое- и листогрызущих насекомых на несколько порядков увеличивается. Личинки хвое- и листогрызущих насекомых в зависимости от систематической принадлежности по типу своего строения являются либо гусеницами (бабочки), либо лжегусеницами (настоящие пилильщики), либо червеобразными (ткачи-пилильщики). В младших возрастах они выделяют мягкие ткани листьев и хвои, оставляя нетронутыми жилки, в старших – полностью уничтожают почки, листья и хвою деревьев, а при высокой плотности популяции могут повреждать даже молодые побеги. Хвое- и листогрызущим насекомым свойственны некоторые общие биологические особенности: открытый образ жизни, высокая и изменчивая плодовитость, способность к миграции путем активных перелетов и переползания или путем пассивного переноса ветром, а для многих видов – кучность яйцекладки. Обилие или недостаток пищи у личинок и ее биохимический состав, меняющийся в пределах вегетационного сезона, определяют жизнеспособность, плодовитость и выживаемость потомства хвое- и листогрызущих насекомых. В фазе имаго они питаются нектаром или не питаются совершенно живут за счет накопленных личинками запасов питательных веществ. На питание, рос, развитие, расселение, плодовитость, размножение и выживаемость популяций хвое- и листогрызущих насекомых большое влияние оказывают климатические факторы, воздействующие на них как прямо, так и косвенно через состояние кормовых пород. На плотность их популяций влияют также их естественные враги — птицы и насекомые-энтомофаги, а также патогены (энтомопатогенные бактерии, вирусы и другие микроорганизмы), вызывающие эпизоотии. Преобладающее большинство насекомых этой группы имеет одногодичный жизненный цикл. Только некоторые из них в более южных районах дают две генерации в год (например, обыкновенный сосновый пилильщик), а в таежных районах Сибири развиваются в течение двух лет (сибирский коконопряда). Многим хвое- и листогрызущим насекомым свойственна обязательная (для особей всей популяции) и факультативная (для особей части популяции) диапауза, возникающая на разных фазах развития вида как его приспособление к зимовке, истощению или изменению качества корма и другим неблагоприятным условиям среды. Так, у монашенки, непарного шелкопряда и кольчатого коконопряда наступает обязательная эмбриональная диапауза перед зимовкой, а у лунки серебристой, ряда пилильщиков и ткачей-пилильщиков во время коконирования в личиночную диапаузу периодически впадает часть популяции, при этом диапауза затягивается на 2 - 4 года и более. Все виды хвое- и листогрызущих насекомых по времени личиночного питания делятся на следующие фенологические группы: 1) *ранневесенние* (дубовая зеленая листовертка, пяденицы-шелкопряды, рыжий сосновый пилильщик и др.), 2) *весенне-летние* (например, непарный шелкопряда), 3) *летние* (дубовая хохлатка и др.) 4) *летне-осенние* (сосновая пяденица, лунка серебристая) и 5) *осенне-весенние*, чьи личинки начинают питаться во второй половине лета, зимуют и продолжают питаться весной (златогузка, ивовая волнянка, сосновый шелкопряда и др.). Первая и вторая группы специализированы на питании растениями весной, когда их листья и хвоя наиболее богаты белком и, следовательно, очень питательны, хотя и имеют неустойчивый биохимический состав. Другие приспособлены к питанию листьями и хвоей в летний и летне-осенний периоды, когда они содержат меньше белка, не так питательны, но со-

храняют устойчивый химизм (А.И. Воронцов, 1978). Наиболее вредоносны среди хвое- и листогрызущих насекомых виды с наибольшей продолжительностью периода питания (например, сибирский коконопряд), виды с двойной генерацией (обыкновенный сосновый пилильщик), повреждающие свою кормовую породу дважды за один сезон, и виды летней фенологической группы, после повреждения которыми листва и хвоя в этой же год не восстанавливаются (например, дубовая хохлатка, сосновая пяденица). Менее вредоносны виды ранневесенней и весенне-летней групп, после повреждения крон деревьев которыми листва восстанавливается к середине лета. Кладки яиц хвое- и листогрызущих насекомых располагаются на разных частях дерева, чаще всего в кроне возле почек на побегах и ветвях (дубовая зеленая листовертка и зимняя пяденица), на хвое или внутри хвоинок (сосновая совка и сосновые пилильщики), на листьях (златогузка и ивовая волнянка). У ряда насекомых самки откладывают яйца в неровности и щели коры ствола (шелкопряд, монашенка, боярышниковая листовертка). У непарного шелкопряда кладки яиц в большей части его ареала обычно располагаются также на коре в комлевой части стволов, но в горных местностях — на камнях и скалах, а в Приморье — на нижней стороне листьев, вместе с которыми опадают на землю. В городах бабочки этого вида откладывают яйца на столбах и заборах. По особенностям цикла развития и зимующей фазе хвое- и листогрызущих насекомых делят на несколько групп:

— зимующие в фазе яйца (непарный и кольчатый шелкопряды, монашенка, дубовая зеленая, боярышниковая и ряд других листоверток, зимняя пяденица, рыжий сосновый пилильщик и др.),

— зимующие в фазе личинки (златогузка, ивовая волнянка, сосновый и сибирский коконопряды и др.),

— зимующие в фазе куколки (сосновая совка, пяденицы-шелкопряды, многие совки, кленовая стрелчатка и др.).

Большинство хвое- и листогрызущих насекомых многоядно, однако их потомство имеет различные выживаемость, плодовитость и сроки развития в зависимости от того, на какой древесной породе питались личинки. Оптимум развития у этих видов наблюдается на ограниченном круге растений и в разных географических районах отдается предпочтение различным древесным породам. Например, непарный шелкопряд в лесостепи предпочитает дуб и испытывает угнетение при питании листьями липы, клена остролистного и березы, а севернее Москвы березу предпочитает дубу (И. В. Воронцов, 1978). Есть среди хвое- и листогрызущих и монофаги, повреждающие лишь одну древесную породу (например, зеленая дубовая листовертка, дубовая хохлатка, сосновая совка и ряд других). Среди хвое- и листогрызущих насекомых есть как исключительно свето- и теплолюбивые виды, предпочитающие хорошо прогреваемые изреженные насаждения, опушки и типы леса, приуроченные к повышенным элементам рельефа на сухих и бедных почвах (златогузка, непарный шелкопряд, сосновая совка, сосновые пилильщики), так и более гигрофильные и менее светлюбивые, предпочитающие относительно влажные местообитания и ишь: леса, пойменные леса и сомкнутые насаждения (зимняя пяденица, сосновая пяденица, монашенка, ивовая и черемуховая паутинные моли и др.). Вспышки массового размножения хвое- и листогрызущих насекомых возникают под влиянием значительных отклонений ряда метеорологических показателей от нормы, как правило, в течение нескольких лет, часто сопряженные с циклами солнечной активности. Они воздействуют на кормовые качества древесных пород и их устойчивость к повреждениям, влияют на жизнеспособность, плодовитость и выживаемость популяции хвое- и листогрызущих насекомых, изменяют взаимоотношения хозяина с комплексом энтомофагов, регулируют фенологию кормовых растений, усиливая или сокращая разрыв в сроках развития растений и питающейся фазы вредителя, способствуют проявлению эпизодов и массовой гибели популяции. Проявление вспышек (стимулирует неправильная или чрезмерно интенсивная хозяйственная деятельность в лесах, сопровождающаяся снижением биологического разнообразия живых организмов и уменьшением численности естественных врагов хвое- и листогрызущих насекомых).

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

благоприятным для данного вида вредителя условиям среды.

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

Вторичные очаги возникают в насаждениях с менее подходящими для вредителя условиями, где больше насекомоядных птиц и энтомофагов, класс бонитета выше, чаще всего есть подлесок и развитый травяной покров. Обычно это насаждения естественного происхождения, и их целостность и разнообразие нарушены меньше. Численность популяции хвое- и листогрызущих насекомых здесь растет медленнее и уровень ее ниже. Максимум поврежденности крон в этих очагах запаздывает по сравнению с первичными очагами на 1 - 2 года. **Миграционные очаги** формируются вследствие разлета взрослых насекомых или переползания личинок из первичных и вторичных очагов. Продолжительность развития миграционных очагов зависит от условий, в которые попадают мигранты.

Вспышка массового размножения хвое- и листогрызущих насекомых в своем развитии имеет четыре фазы. **К первой (начальной) фазе** чаще всего относится только одно поколение вредителя, которое выкармливается в наступивших для него оптимальных кормовых и погодных условиях. Численность вредителя в насаждениях в начальной фазе по сравнению с численностью предшествующих поколений увеличивается незначительно, всего в 2 - 4 раза. **Во второй фазе (нарастание численности)**, охватывающей два-три поколения, численность вредителя продолжает возрастать, однако она еще сравнительно невелика — наносимые им повреждения в кронах обнаруживаются лишь при детальном осмотре деревьев. В этот период личинки хвое- и листогрызущих насекомых отличаются упитанностью и повышенным содержанием жировых и белковых веществ в тканях, а яйца, куколки и имаго - крупными размерами и повышенной массой. При переходе **в третью фазу (кульминация вспышки)** численность хвое- и листогрызущих насекомых резко увеличивается, признаки повреждения крон деревьев становятся хорошо заметными и достигают максимума. Эта фаза продолжается 2 - 3 года; постепенно в повреждаемом насаждении истощаются кормовые ресурсы, хвое- и листогрызущие насекомые начинают испытывать недостаток корма, что приводит к снижению их жизнеспособности и плодовитости, в очаге возрастает численность энтомофагов, а в популяции вредителя в конце этой фазы усиливается распространение эпизоотий, снижается выживаемость и возрастает смертность вредителя. Во второй и начале третьей фазы в связи с увеличением численности популяции вредителя и снижением массы и качества кормовых ресурсов вредитель частично расселяется в окружающие насаждения и образуются миграционные очаги. **В четвертой фазе (кризис)**, которая длится от одного до трех лет, численность вредителя стремительно снижается и падает до минимума, высокая плодовитость насекомых сменяется низкой, размеры и масса тела снижаются, доля самцов в популяции возрастает и превышает долю самок, смертность вредителя от энтомофагов и болезней еще более увеличивается, и вспышка под влиянием комплекса перечисленных выше факторов заканчивается. Период после вспышки называют **периодом депрессии численности** хвое- и листогрызущих насекомых. В это время численность вредителя держится на низком, непрерывно колеблющемся уровне, а плодовитость близка к средней. Об изменениях численности популяции и фазе развития вспышки судят по плотности особей, коэффициенту размножения, пораженности вредителя энтомофагами и болезнями, плодовитости, массе куколок, числу яиц в кладке и другим, количественным и качественным популяционным показателям. Кривая изменения численности популяции хвое- и листогрызущих насекомых на протяжении вспышки массового размножения для каждого вида специфична. Для большинства видов хвое- и листогрызущих насекомых с однолетней генерацией вспышка длится около 6 — 7 лет. При более коротких сроках жизненного цикла, например при двойной генерации у обыкновенного соснового пилильщика, она нередко заканчивается в течение трех-четырех лет, при двухлетней генерации (например, у сибирского шелкопряда) вспышка может продолжаться до 10 — 12 лет. В природе бывают случайные отклонения от приведенных сроков развития вспышек, зависящие от изменения условий среды и от специфики реакции на них

хвое- и листогрызущих насекомых. Так, у зеленой дубовой листовертки при благоприятных условиях среды вспышки массового размножения длятся до 10 лет и более. Вспышки массового размножения отдельных видов хвое- и листогрызущих насекомых приурочены к определенным регионам и лесорастительным условиям и многократно повторяются в одних и тех же лесных массивах. Кроме очагов с преобладанием одного вида часто развиваются комплексные (сопряженные) очаги нескольких видов. Например, в лиственных лесах Красноярского края наблюдаются сопряженные очаги сибирского коконопряда, лиственничной пяденицы и непарного шелкопряда, в дубравах Поволжья и в лиственных лесах центра европейской части России часто возникают сопряженные очаги пядениц (зимняя, пяденица-обдирало, пяденица-шелкопряд), листоверток (дубовая зеленая, боярышниковая, пестро-золотистая и др.), ряда видов совок и др. В одних случаях вспышки массового размножения хвое- и листогрызущих насекомых носят локальный характер и ограничиваются небольшой площадью, а в других — захватывают сразу очень большие пространства, часто распространяясь в пределах целой ландшафтно-географической зоны или даже в нескольких зонах. Такие вспышки массового размножения названы пандемическими, они свойственны, например, сибирскому и непарному шелкопряду. Повторяются вспышки довольно редко, в случае их естественного затухания продолжительность межвспышечного периода возрастает, а депрессия численности вида бывает очень значительной. Хвое- и листогрызущие насекомые, объедая хвою и листву на деревьях, нарушают их нормальный водообмен и ассимиляцию, что ведет к потере прироста и снижению устойчивости. Самые вредоносные среди хвое- и листогрызущих насекомых — виды с наибольшей продолжительностью периода питания (сибирский коконопряд); двойной генерацией (обыкновенный сосновый пилильщик), повреждающие свою кормовую породу дважды за один сезон; виды летней фенологической группы, после повреждения которыми листва и хвоя в этот же год не восстанавливаются (дубовая хохлатка, сосновая пяденица). Менее вредоносны виды ранневесенней и весенне-летней групп, после повреждения листвы которыми она восстанавливается уже в середине лета. Как характеристика степени воздействия насекомых-дефолиаторов на насаждения используется понятие «размер кумулятивного объедания крон» — суммарный процент объедания хвои или листвы за ряд смежных лет. Гибель деревьев пропорциональна степени кумулятивного объедания, причем даже одногодичные перерывы не нарушают степени этой связи. Хвойные насаждения менее устойчивы к повреждениям, чем лиственные. Так, ель обыкновенная усыхает часто даже при 50%-м повреждении хвои. Напротив, дуб, как и другие лиственные породы, как правило, не усыхает даже в результате сплошного объедания. Наименьшей устойчивостью к повреждению отличаются темнохвойные породы (пихта и ель), далее по возрастанию устойчивости идут кедр, сосна и лиственница, сохранению устойчивости последней способствует ее приспособленность к ежегодной смене хвои. Обычно хвойные насаждения особенно резко снижают прирост под влиянием потери хвои, при повторных объеданиях подвергаются нападению стволовых вредителей и усыхают. Так, в качестве постоянного спутника в очагах сибирского коконопряда выступает черный пихтовый усач, а частыми спутниками сосновой совки являются сосновые лубоеды.

Стволовые вредители К группе стволовых вредителей относятся насекомые, обитающие на стволах, ветвях и корневых лапах деревьев, питающиеся тканями коры и древесины. Это представители отрядов жесткокрылые (семейства короеды, усачи, златки, долгоносики и др.), перепончатокрылые (надсемейство рогахвосты семейство ксифидрии) и чешуекрылые (семейство древооточцы и стеклянницы); Их личинки протачивают ходы различной конфигурации и глубины в коре, под корой и в древесине ослабленных, усыхающих и сухостойных деревьев, в неокоренной древесине и свежих пнях. В устойчивых насаждениях стволовые насекомые выполняют роль деструкторов (утилизаторов) отпада, они являются обязательным и важным компонентом лесных экосистем, так как вместе с другими беспозвоночными животными, бактериями и грибами участвуют в разрушении наиболее крупных элементов фитодетрита, тем самым ускоряя круговорот веществ в экосистемах; Стволовые вредители относятся к группе так называемых вторичных вредителей, так как нападают на деревья, чаще всего уже ослабленные другими (первичными) факторами неблагоприятного воздействия. К причинам, способствующим возникновению очагов стволовых вредителей, относятся явления и процессы, дестабилизирующие нормальное состояние лесных насаждений, вы-

зывающие снижение их устойчивости. Они могут быть **разными по происхождению**, продолжительности, масштабу и степени воздействия. Подъемам уровня численности и **вспышкам массового размножения** стволовых насекомых **способствуют** факторы неблагоприятного воздействия на леса разного происхождения, в том числе **биотические** (болезни и хвое-, листогрызущие насекомые), **абиотические** (ветер, снежные лавины, засуха и др.) антропогенные (**промышленное загрязнение атмосферы** или нарушение санитарных правил при рубках) и комплексные (лесные пожары возникающие **при активном влиянии человека** в периоды высокой пожароопасности). Все они выступают как первичные факторы ослабления леса. Нарушение устойчивости насаждений часто происходит под воздействием комплекса причин. В этом случае не **всегда** бывает легко выделить наиболее **важные** из них или установить их приоритетность. Чаще всего очаги стволовых вредителей возникают в лесах при **аномальных по метеорологическим показателям** условиях, например, в ельниках после широкомасштабных ветровалов и длительных засух, на гарях, при нарушении санитарных правил, уплотнении почвы и повреждении корневых систем в **результате** высоких рекреационных нагрузок или пастбы скота и пр. В Сибири и на Дальнем Востоке они часто образуются после вспышек массового размножения сибирского коконопряда, захватывающих в отдельные годы значительные площади. Во всех случаях они ускоряют и интенсифицируют процесс гибели деревьев и насаждений. При выборе кормового дерева стволовые вредители ориентируются по запаху. Из-за глубоких изменений ряда физиологических показателей (при ослаблении деревьев в результате болезни, дефолиации, повреждения огнем и др.) деревья начинают выделять летучие вещества, привлекающие стволовых вредителей. У деревьев снижается давление живицы, уменьшается тургор клеток лубяного слоя коры, а следовательно, и количество выделяемых при повреждении коры сока и смолы. Первые виды и особи насекомых, нашедшие пригодные для заселения ослабленные деревья и заселившие их (первопоселенцы), начинают усиленно выделять феромоны, что резко увеличивает привлекательность дерева для других особей этого вида. По степени активности (агрессивности) стволовых вредителей их делят на виды: а) **нападающие на обратимо** ослабленные деревья без видимых признаков ослабления; б) **нападающие на необратимо** ослабленные и усыхающие деревья; в) **нападающие на деревья, полностью утратившие** свои жизненные функции, — сухостойные, поваленные, сломленные на неокоренную древесину и пни. Активность стволовых вредителей зависит от уровня их **численности** в насаждениях. При высоком уровне численности виды, относящиеся ко второй группе, способны увеличивать свою агрессивность и подавлять сопротивление жизнеспособных деревьев. К их числу относят, например, короеда-типографа, **сосновых лубоедов**, черного пихтового усача и др. Различают **5 основных типов ослабления дерева**: вершинный, корневой, стволовый, одновременный, местный. С ними связаны определенные виды и комплексы стволовых вредителей на хвойных породах, подробно описанные А. И. Ильинским. Тип ослабления дерева зависит от фактора, вызвавшего его ослабление, времени и периода его воздействия. Так, низовые пожары, засухи, изменение уровня грунтовых вод, уплотнение почвы корневая губка, опенок приводят к **ослаблению и усыханию дерева по комлевому** типу. При **повреждении кроны** (смоляным раком, хвое- и листорызущими насекомыми, промышленными выбросами и т. п.) **деревья начинают** усыхать в области кроны, что вызывает вершинный тип их ослабления и привлекает стволовых: вредителей, поселяющихся на вершине и крупных сучьях. Тип и период ослабления деревьев и насаждений определяют видовой состав и экологические группы стволовых вредителей, так как каждый вид предпочитает определенные места поселения на дереве, отличающиеся разной толщиной коры. Условно к очагам стволовых вредителей относят насаждения с нарушенной устойчивостью, где отмечается более 10 % заселенных ими деревьев. На видовой состав и складывающиеся экологические комплексы стволовых вредителей влияют факторы, нарушающие устойчивость насаждений, например на гарях — время возникновения пожара, его характер и интенсивность, состав, возраст и санитарное состояние насаждений. Очаги стволовых вредителей разного типа могут быть локальными, площадь которых не превышает нескольких гектаров, а могут распространяться и на большие территории. Это зависит от места проявления негативно воздействующего на состояние насаждения фактора локального или фонового. *Типы очагов* стволовых вредителей разделяют

на *хронические*, развивающиеся под влиянием длительно и медленно действующих неблагоприятных факторов (развитие очагов

корневой губки), *эпизодические*, образующиеся под влиянием кратковременного, но сильного воздействия на лес пожаров, хвое- и листогрызущих насекомых; *миграционные*, или *очаги расселения*, возникающие вблизи от очагов массового размножения. Эпизодические очаги стволовых вредителей проходят 3 фазы развития: 1) концентрация (нарастание численности), 2) максимум (вспышка), 3) разреживание (рассеивание) популяции.

По особенностям питания и наносимым повреждениям, сказывающимся на качестве древесины, стволовых вредителей делят на 3 группы:

1) питающиеся только в коре и лубе, следствием чего является *поверхностная червоточина* древесины (многие виды короедов, златок, некоторые усачи):

2) протачивающие ходы под корой и в заболонной части древесины, в результате чего возникает *неглубокая червоточина* (серый длинноусый сосновый усач, многие виды златок и др.);

3) проделывающие свои ходы в древесине, где образуется *глубокая червоточина*, сопровождающаяся разрушением древесины с резким снижением ее качества (усачи рода *Monochamus*, древооточцы, рогахвосты и др.). Особо вредоносны такие виды стволовых вредителей, которые служат переносчиками опасных инфекционных болезней древесных растений: сосудистого микоза дуба и голландской болезни ильмовых пород (заболонники) либо способны наносить ощутимый вред при дополнительном питании на побегах и ветвях жизнеспособных деревьев, ослабляя их и расширяя свою кормовую базу (черные хвойные усачи, сосновые лубоеды и др.).

Технические вредители древесины. Насекомых, поражающих древесину в постройках, сооружениях и деревянные изделия, а также мебель и музейные экспонаты, часто называют техническими вредителями древесины. Сюда относятся многие виды уже описанных ранее стволовых вредителей из семейств усачей, златок, короедов и других, в том числе виды, которые могут вредить одновременно и живым и усохшим деревьям и наносить значительный вред древесине, снижая ее качество и прочность, а иногда полностью разрушая ее и приводя в негодность. Наиболее опасные и распространенные разрушители древесины — представители ряда семейств отряда жесткокрылые (*Coleoptera*): точильщики — Anobiidae, древогрызы — Lyctidae, капюшонники (ложнокороеды) — Bostrichidae, сверлильщики — Lumexylidae, плоскоходы — Platypodidae, долгоносики-трухляки (роды *Eremotes*, *Cossonus* и др.), некоторые виды златок (например, большая сосновая златка — *Chalcophora mariana*, хвойные шатки рода *Vuprestis* и др.), усачей (например, усач кожевник, или плотник, — *Prionus coriarius*, черный домовый усач — *Hylotrupes haj ulus*, фиолетовый плоский усач — *Callidium violaceum*) и др. Древесину разрушают и представители отряда перепончатокрылые (Hymenoptera), например муравьи-древогрызы (род *Camponotus*) и личинки рогахвостов. В полупустынной зоне и субтропиках опасные разрушители древесины — виды из отряда термиты (*Isoptera*), способные вызвать обрушение деревянных конструкций. Технические вредители живут внутри древесины и используют для питания клетчатку дерева. Перевариванию древесины содействуют симбионты — грибы и микроорганизмы, находящиеся и кишечном тракте многих представителей этой группы. Длительность развития многих технических вредителей сильно зависит от Степени сухости и химического состава древесины, однако чаще всего она заканчивается в течение 1—2 лет. Степень разрушения древесины еще больше усиливается при ее комбинированном Поражении грибами и насекомыми.

Раздел 3. Методы и система мероприятий и технология защиты растений от болезней и вредителей.

Тема 3.1 Классификация методов защиты растений от болезней и вредителей по их направленности, средствам и технологии.

Все мероприятия по защите леса могут быть классифицированы по разным признакам. Так, ранее было принято делить их на две группы — предупредительные (или профилактические) и истребительные; иногда дополнительно выделяли и организационные. Первые объединяли методы, направленные на создание условий, препятствующих размножению и распространению вредных организмов, ко вторым относились методы, направленные на их непосредственное уничтожение. В настоящее время методы защиты леса чаще всего подразделяют на следующие группы: 1 — методы надзора и прогноза, к ним обычно относят и методы лесопатологического обследования; 2 — карантинные

мероприятия; 3 - лесохозяйственные методы защиты леса; 4 — биологические методы; 5 — генетические методы борьбы с насекомыми; 6 - химические методы; 7 — использование аттрактантов; 8 — физико-механические методы; 9 — интегрированный метод защиты леса. Многие из них имеют многоцелевой характер и выполняют одновременно несколько функций профилактического и истребительного плана. Эффективность защиты леса возможна лишь при использовании против вредных организмов не какого-либо одного, а обязательно комплекса методов — системы мероприятий, предусматривающий одновременное 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 и т.д.

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.

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 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 отдельно для каждой физико-географической зоны. 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, включающие все способы использования средств защиты растений; экономическую и экологическую оценку результатов мероприятий до и после их применения. Методы диагностики болезней древесных растений. Диагностика — это распознавание причин болезней применением различных методов. Постановка диагноза включает определение типа и характера болезни (инфекционный или неинфекционный), возбудителя или причины; оценку вредоносности, определение давности поражения, выявление условий, способствовавших развитию болезни. Правильная постановка диагноза позволит своевременно определить и предупредить угрозу массового поражения растений болезнями, осуществить профилактические и истребительные мероприятия, не допустить потерь и неоправданных затрат. В настоящее время для диагностики болезней леса применяют следующие методы: макроскопический (патографический), микроскопический, микологический, химический и физический. Часто их используют в комплексе. Макроскопический (патографический) метод дает возможность диагностировать болезнь невооруженным глазом или при помощи лупы, бинокля в полевых условиях. Этот метод применяется в производственных условиях и до настоящего времени остается ведущим. Для правильного распознавания болезней при помощи этого метода необходимо проанализировать большое количество экземпляров или органов растений. Такая необходимость вызвана тем, что совокупность признаков болезней может встречаться не на всех растениях или симптомы болезней могут быть не всегда ярко выражены. Другим условием правильной диагностики является тщательный осмотр больного растения от вершины до корней. У взрослых деревьев крону и ствол осматривают с помощью бинокля, а корневую систему исследуют, обнажая 2 — 3 корня. Для того чтобы сделать правильный вывод, необходимо тщательно проанализировать условия местопрорастания исследуемых объектов и установить причины, способствующие заболеванию. Микроскопический метод заключается в исследовании под микроскопом спороношений возбудителей или пораженных тканей растений. Его применяют для определения вида возбудителя или установления наличия патогенна в тканях растения. Только микроскопическое дает возможность обнаружить характерные признаки, присущие патогену. При микроскопическом анализе делают временные или постоянные препараты. В зависимо-

сти от объектов препараты готовят разными способами. Если мицелий или спороношения возбудителей (налеты, пустулы, подушечки) располагаются поверхностно, их соскабливают препаровальной иглой или скальпелем на чистое предметное стекло в каплю воды. Концами препаровальных игл материал расправляют и накрывают чистым покровным стеклом, помещая его на край капли под острым углом. Лишнюю воду предметного стекла убирают фильтровальной бумагой. Для установления наличия мицелия в тканях хвои и листьев определения типов плодовых тел и т.д. лезвием производят тонкие продольные или поперечные срезы, чтобы на препарате были хорошо видны признаки возбудителя..

Микологический метод заключается в выделении гриба из пораженных частей растений, в его изоляции и выращивании на искусственной или естественной среде. Довольно просто можно выделить грибы из пораженных частей растений, пользуясь методом влажной камеры. Он основан на способности грибницы, находящейся внутри тканей растения, во влажных условиях прорасти наружу и образовывать спороношения. Метод требует стерильных условий и позволяет в довольно короткий срок получать спороношения возбудителей. Он широко применяется для распознавания инфекционного полегания, болезней хвои и семян и др. Чаще применяют влажные камеры следующего устройства.

Физический метод основан на различии физических свойств органов и тканей у здоровых и больных растений. Качества семян определяют по их плотности. Больные семена, имеющие меньшую плотность, всплывают при погружении их в различные жидкости (пресная или соленая вода). Для установления причин поражения пользуются одним из описанных выше способов (выделением в чистую культуру, влажной камерой). Для выявления скрытой гнили древесины применяют звуковую пробу; при выстукивании здоровых и фаутовых стволов получают разный звук. Этот метод используют как при определении фаутности древостоев, так и при обследовании зданий на зараженность домовыми грибами.

4.3. Лабораторные работы

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем лабораторных работ</i>	<i>Объем в часах</i>	<i>Вид занятия в интеракт. форме</i>
1	1	Типы болезней. Симптоматика болезней древесных пород. Изучение типов спороношений, описание основных болезней.	4	-
2	1	Вегетативное тело грибов и его видоизменения	4	-
3	1	Вирусные болезни растений. Цветковые растения-паразиты.	4	-
4	1	Типы растительных бактериозов. Строение бактерий	4	-
5	2	Морфология головного отдела насекомых. Морфология грудного и брюшного отделов насекомых. Определение насекомых до отряда по взрослой стадии. Определение личинок насекомых.	6	компьютерная презентация (1 час)
6	2	Вредители питомников, лесных культур, естественного возобновления и молодняков. Хвое – и листогрызущие вредители.	4	компьютерная презентация (1 час)
7	2	Короеды. Видовой состав и определение по взрослой стадии. Видовой состав и определение. Вредители цветочных растений и газонных трав	4	компьютерная презентация (1 час)
8	3	Использование химических и биологических средств для защиты растений от патогенов.	4	-
ИТОГО			34	3

4.4. Практические занятия

Учебным планом не предусмотрены

4.5. Контрольные мероприятия: курсовой проект (курсовая работа), контрольная работа, РГР, реферат

Учебным планом не предусмотрены

5. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>				<i>Σ комп.</i>	<i>t_{ср} час</i>	<i>Вид учебных занятий</i>	<i>Оценка результатов</i>
		<i>ОПК</i>	<i>ПК</i>						
			<i>2</i>	<i>3</i>	<i>13</i>				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Типы болезней. Возбудители инфекционных болезней растений и насаждений: их систематика и биологические особенности. Характеристика важнейших неинфекционных и инфекционных болезней растений в лесах и на объектах озеленения	42	+	-	-	-	1	42	Лк, ЛР, СР	экзамен
2. Вредители растений, систематика, биология, экология, вредоносность главнейших эколого-хозяйственных групп и видов вредителей леса и насаждений на объектах озеленения.	49	-	-	+	-	1	49	Лк, ЛР, СР	экзамен
3. Методы и система мероприятий и технология защиты растений от болезней и вредителей.	17	-	+	-	+	2	8,5	Лк, ЛР, СР	экзамен
всего часов	108	42	8,5	49	8,5	4	27		

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Чжан С.А., Пузанова О.А. Лесная фитопатология: методические указания к проведению учебной практики – Братск: изд-во «БрГУ», 2015. – 48 с.(контрольные вопросы для самостоятельной работы стр.20, 25, 33, 44,45).

2. Морфология насекомых: методические указания / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова»; сост. В.Н. Коновалов, В.Н. Евдокимов. - Архангельск : ИД САФУ, 2014. - 28 с. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436366> (26.04.2016).

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование издания	Вид занятия (Лк, ЛР, СР)	Количество экземпляров в библиотеке, шт.	Обеспеченность, (экз./ чел.)
1	2	3	4	5
Основная литература				
1.	Минкевич, И.И. Фитопатология (Болезни древесных и кустарниковых пород) [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.И. Минкевич, Т.Б. Дорофеева, В.Ф. Ковязин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 160 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/104952	Лк, СР	ЭР	1,0
2.	Куренкова, И.П. Защита растений от вредных членистоногих в условиях городской среды : учебное пособие / И.П. Куренкова ; Поволжский государственный технологический университет. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2017. - 160 с. : ил. - Библиогр.: с. 121-122 - ISBN 978-5-8158-1799-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461595 (19.02.2019).	Лк, СР	ЭР	1,0
3.	Арефьев, Ю.Ф. Лесная фитопатология: учебник / Ю.Ф. Арефьев. - Воронеж: Воронежская государственная лесотехническая академия, 2013. - 709 с.; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141973 (09.12.2015).	Лк, ЛР, СР	ЭР	1,0
4.	Чураков, Б. П. Лесная фитопатология: учебник / Б. П. Чураков, Д. Б. Чураков. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 448 с. Чураков Б. П. Лесная фитопатология [Электронный ресурс] : учебник / Чураков Б. П., Чураков Д. Б. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 448 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?	Лк, ЛР, СР	1+ЭР	1,0
5.	Минкевич, И.И. Фитопатология (Болезни древесных и кустарниковых пород) [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.И. Минкевич, Т.Б. Дорофеева, В.Ф. Ковязин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 160 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93002 .	Лк, СР	ЭР	1,0
6.	Минкевич, И.И. Фитопатология. Болезни древесных и кустарниковых пород [Электронный ресурс] : учебное пособие / Минкевич И. И., Дорофеева Т. Б., Ковязин В. Ф. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 191 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=1544 — Загл. с экрана.	Лк, СР	ЭР	1,0
7.	Лесная энтомология: учебник / Е. Г. Мозолева, А. В. Селиховкин, С. С. Ижевский и др. - 2-е изд., испр. - М.: Академия, 2011. - 416 с.	Лк, СР	15	1,0

Дополнительная литература				
8.	Булухто, Н.П. Защита растений от вредителей : учебное пособие / Н.П. Булухто, А.А. Короткова ; ФГБОУ ВПО «Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого». - 2-е изд., стер. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 171 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-4590-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276956 (19.02.2019).	Лк, СР	ЭР	1,0
9.	Семенкова, И. Г. Фитопатология: учебник для вузов / И.Г. Семенкова, Э.С. Соколова. - М. : Академия, 2003. - 479 с.	Лк, ЛР, СР	24	1,0
10.	Защита растений от болезней: учебник для вузов / Под ред. В. А. Шкаликова. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : КолосС, 2003. - 255 с. -	Лк, СР	20	1,0
11.	Определитель болезней растений : справочное издание / М. К. Хохряков, Т. Л. Доброзракова, К. М. Степанов и др. - 3-е изд., испр. - Санкт-Петербург: Лань, 2003. - 592 с.	ЛР, СР	30	1,0
12.	Соколова Э.С. Инфекционные болезни листьев древесных растений: учебное пособие/ Э.С. Соколова, Т.В. Галасьева. - М.: МГУЛ, 2005. - 42с.	Лк, ЛР, СР	45	1,0
13.	Практикум по лесной энтомологии : учебное пособие для вузов / Под ред. Е.Г. Мозолевской. - М. : Академия, 2004. - 272 с.	ЛР, СР	28	1,0
14.	Чжан С.А., Пузанова О.А. Лесная фитопатология: методические указания к проведению учебной практики – Братск: изд-во «БрГУ», 2015. – 48 с.	СР	30	1,0
11.	Морфология насекомых: методические указания / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова»; сост. В.Н. Коновалов, В.Н. Евдокимов. - Архангельск : ИД САФУ, 2014. - 28 с. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436366 (26.04.2016).	ЛР, СР	ЭР	1,0

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ
http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=.
2. Электронная библиотека БрГУ
<http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»
<http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ
<http://xn--90ax2c.xn--p1ai/how-to-search/> .

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины предполагает, помимо посещения лекционных, лабораторных занятий, активную самостоятельную работу.

Самостоятельная работа обучающихся включает: проработку лекционного материала по конспектам, учебной и технической литературе; подготовку к лабораторным занятиям.

Рекомендуемый перечень вопросов для самостоятельного изучения: основные типы болезней растений, патогены болезней и меры борьбы с ними, общие сведения о вредителях растений, биологические и хозяйственные группы вредителей растений.

Литература, имеющаяся в библиотеке, позволяет качественно подготовиться к занятиям. При работе в библиотеке важно комплексно подходить к рассмотрению вопросов, изучая все материалы, рекомендованные преподавателем.

9.1. Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ
Общие требования к оформлению отчетов по выполнению практических работ: Все отчеты выполняются на занятиях, в рукописном варианте, на листах формата А4.

Лабораторная работа №1 Типы болезней. Симптоматика болезней древесных пород. Изучение типов спороношений, описание основных болезней.

Цель работы: Знакомство с основными типами болезней древесных пород.

Задание:

1. Ознакомиться с основными болезнями плодов и семян;
2. Ознакомиться с наиболее распространенными болезнями листьев, хвои древесных пород;
3. Зарисовать типы болезней древесных пород в отчете

Порядок выполнения:

Описать симптомы основных фитопатогенных болезней – деформация мучнистая роса, деформация, шютте, пятнистость, ржавчина, рак, гнили, «ведьмины метлы» и т.д.

Теоретическая часть: При поражении растений болезнями у них наблюдаются биохимические, физиологические и анатомические изменения тканей, частей, органов, которые являются симптомами болезни. Болезни древесных растений объединены в типы по комплексу сходных симптомов (инфекционные и неинфекционные), и вызываются различными возбудителями (грибами, бактериями, вирусами и др.).

Краткая характеристика основных типов грибных болезней древесных пород:

1. Деформация (изменение формы органов) проявляется в изменении формы ветвей, листьев, плодов и всего растения под влиянием грибов, вирусов, реже других факторов. Примером деформации ветвей, вызываемой грибами, могут быть ведьмины метлы на березе и других древесных породах и кустарниках. Искривление ветвей и побегов у сосны, так называемый сосновый вертун, вызывает ржавчинный гриб *Melampsora pinitorqua* Rostr. Деформация плодов характеризуется их разрастанием и появлением мешковидных или листовидных бесплодных образований. Деформация листьев проявляется в курчавости, образовании вздутий, морщинистости, нитевидности. Деформация побегов проявляется в виде искривлений, утолщений; деформация стволов и корней в виде односторонних или муфтообразных опухолей.

2. Мумификация заключается в пронизывании грибницей гриба пораженного органа растения и превращения его в ложный склероций (плотное черное образование) - «мумию» или в склероциальную строму - сплетение гиф гриба и растительной ткани. Чаще мумификацией поражаются плоды и семена. (желуди дуба, семена березы).

3. Мучнистая роса вызывается мучнисторосянными грибами. На поверхности пораженных органов (листьях, побегах) возникает паутинистый налет, который со временем становится плотным, белым или желтоватым, часто покрывающим сплошь пораженные ли-

ствя. В период массового летнего спороношения грибов пораженные органы как бы «присыпаны мукой».

4. Пятнистость вызывают грибы, бактерии, вирусы, абиотические факторы (нарушение баланса питательных веществ в почве, промышленное загрязнение воздуха). На пораженных органах образуются отмершие участки в виде пятен различных размеров, формы, цвета и структуры. На пятнах, которые появились в результате поражения грибами, образуются спороношения возбудителей.

5. Ржавчина вызывается ржавчинными грибами - на чешуйках шишек, хвое, листьях, побегах, стволах и ветвях образуются оранжевые, желтые или темно-бурые скопления спор возбудителей в виде подушек или пузырьков, выступающих из разрывов покровных тканей пораженных органов.

6. Шютте характеризуется изменением окраски хвои (пожелтение, покраснение), образованием на ней спороношений возбудителя и быстрым ее опаданием. Вызывают различные виды грибов.

7. «Ведьмины метлы» - образование из спящих почек многочисленных укороченных побегов, вызывается грибами, вирусами и абиотическими факторами.

8. Некроз характеризуется локальным (местным) отмиранием коры, стволов и ветвей, камбия, тканей растения с изменением их окраски, вызывают грибы, реже - бактерии. Различают коровой и пятнистый некроз. Коровой некроз — отмирание участков коры под воздействием грибов. Пятнистый некроз, или пятнистость листьев различают по форме, окраске, окаймлению, а также по возбудителю. Пораженные участки чаще продолговатой формы, разных размеров, разрастаются вдоль и по окружности стволов и ветвей.

9. Рак - на стволах, ветвях и корнях образуются опухоли, наросты, раны разного типа (ступенчатые, неступенчатые, смоляные) и незарастающие язвы. К раковым заболеваниям относят образование на стволах углубленных, трудно заживающих ран или язв, приводящих к разрушению пораженный орган вызывается грибами, вирусами и абиотическими факторами.

10. Вилт (увядание) внешне характеризуется увяданием листьев и ветвей с последующим засыханием отдельных сучьев или всего дерева. Заболевание возникает вследствие проникновения возбудителя в сосудистую систему стебля, воздействия выделяемых им токсинов и закупорки сосудов, проводящих воду из корней в листья. Вилт (увядание) вызывают грибы, бактерии. Поражается проводящая система растений, увядает растение или отдельные его части. Типичный симптом вилта - потемнение сосудов, заметное на поперечных срезах в виде темных колец или отдельных пятен и точек.

11. Гнили характеризуются размягчением и разрушением растительных тканей, отдельных органов и целых растений под влиянием ферментов, выделяемых грибами. Древесина, пораженная гнилью, меняет цвет, прочность, структуру. Загниванию подвержены семена, плоды, листья, ветви, стволы, корни и древесина, но чаще сочные, богатые водой и запасными питательными веществами зрелые плоды и молодые всходы. Гнили растущего дерева в зависимости от вертикального их расположения в дереве делят на вершинные, стволовые и корневые. Гнили по структуре делят на ямчатые, призматические, трещиноватые; по месту образования — на центральные, периферические, смешанные; по окраске они бывают белые, бурые, черные. Стволовые и корневые гнили деревьев способствуют буреломам и ветровалам в лесу.

12. Чернь вызывают грибы. На листьях образуются поверхностные черные, как бы сажистые налеты, представляющие собой мицелий со спороношениями возбудителей.

13. Парша вызывается грибами, характеризуется почернением молодых побегов и образованием на листьях пятен разной формы, покрытых оливковым или зеленовато бурым бархатистым налетом, состоящим из мицелия со спороношением.

14. Мозаика вызывается вирусами и нарушением баланса питательных веществ. Проявляется в мозаичной окраске листьев, при которой темно-зеленые участки чередуются с более светлыми.

15. Усыхание кроны начинается изменением окраски, преждевременным засыханием и опаданием хвои и листьев, сопровождается отмиранием ветвей и сучьев, заканчива-

ется усыханием и отмиранием всей кроны дерева. Заболевание вызывается различными причинами, чаще всего оно наблюдается при поражении грибами.

16. Ожог вызывают грибы, бактерии, абиотические факторы (высокие температуры, действие пестицидов). Пораженные побеги, цветки и листья чернеют, кора растрескивается, покрывается пузырями и становится как бы обожженной.

17. Милдью - поражаются зеленые надземные органы растений (одревесневшие надземные части растений, корни не болят). Весной на молодых листьях сверху сначала появляются бледно-зеленые или желтоватые пятна, которые затем принимают маслянистый вид и буреют. С нижней стороны листьев в местах пятен образуется обильный белый пушистый налет — бесполое спороношение возбудителя. Размер пятен часто достигает 2—3 см в диаметре. Налет может возникать и без предварительного образования маслянистых пятен (зависит от условий влажности). Иногда пятна окружены хлоротичной живой тканью. Листья засыхают, опадают. На зеленых побегах появляются буроватые, слегка вдавленные пятна. В случае поражения верхушки побегов новый прирост уродливый.

18. Антракноз - грибные болезни растений; надземные части растений покрываются темными язвами, бугорками, пятнами, иногда язвы окружает пурпурная кайма, на концах листьев могут появляться темно-коричневые потеки. Способствует развитию болезни теплые влажные условия, поэтому чаще всего поражаются растения в теплицах

19. Хлороз растений, болезнь растений, при которой нарушается образование хлорофилла в листьях и снижается активность фотосинтеза. Характерные признаки: преждевременное пожелтение и опадение листьев, мелколистность, усыхание верхушек побегов, отмирание активных корней. При заболевании происходит своеобразное пожелтение листьев: появляются пятна, сначала желтеют нижние или верхние листья или только межжилковые участки.

20. Плесень - На поверхности пораженных органов растений образуются паутинистые или порошачие налеты, состоящие из мицелия и спор грибов различного цвета (розовая, зеленая, серая и др. плесени).

21. Почвенные инфекции: *Черная ножка* поражает корневые шейки и прикорневые части рассады, зона поражения темнеет, корневая система больных растений прекращает рост, растения увядают, надламываются и покрываются гнилью. *Фузариоз* – распространенная и опасная грибковая болезнь. Растения поражаются в любом возрасте. Гриб находится в почве и проникает в растение через почву и ранки. У молодых растений заболевание проявляется в виде загнивания корней и корневой шейки. В этих местах ткани буреют, стебель становится тоньше, листья желтеют. Вскоре все растение вянет и гибнет. Заболевание в основном распространяется очагами. Распространяется инфекция через почву. *Нематода* - у поражённых растений наблюдается гибель корней, порча корнеплодов и образование галлов. Стеблевые нематоды вызывают растрескивание стеблей, гофрировку листьев и так далее.

Форма отчетности: отчет

Требования к отчету: Описать симптомы основных фитопатогенных болезней и зарисовать типы болезней древесных пород.

Задания для самостоятельной работы: изучить симптомы основных типов фитопатологических болезней древесных пород.

Основная литература

1. Арефьев, Ю.Ф. Лесная фитопатология : учебник / Ю.Ф.Арефьев. - Воронеж : Воронежская государственная лесотехническая академия, 2013. - 709 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141973> (09.12.2015).
2. Чураков, Б. П. Лесная фитопатология: учебник / Б. П. Чураков, Д. Б. Чураков. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 448 с. Чураков Б. П. Лесная фитопатология [Электронный ресурс] : учебник / Чураков Б. П., Чураков Д. Б. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 448 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/element.php?>

Дополнительная литература

1. Семенкова, И. Г. Фитопатология: учебник для вузов / И.Г. Семенкова, Э.С. Соколова. - М. : Академия, 2003. - 479 с.
2. Определитель болезней растений : справочное издание / М. К. Хохряков, Т. Л. Доброзракова, К. М. Степанов и др. - 3-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2003. - 592 с.

3. Соколова Э.С. Инфекционные болезни листьев древесных растений: учебное пособие/ Э.С. Соколова, Т.В. Галасьева. - М.: МГУЛ, 2005. - 42с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Типы болезней древесных пород
2. Виды симптомов болезней древесных пород

Практическое занятие №2 .. Вегетативное тело грибов и его видоизменения. Типы размножения грибов и их формы

Цель работы: изучить типы вегетативного тела грибов, органы мицелия и его видоизменения; ознакомиться с типами размножения грибов и основными их формами.

Задание:

1. зарисовать типы вегетативного тела грибов, органы мицелия и его видоизменения.
2. на примере образцов установить и изучить типы вегетативного тела грибов, органов мицелия и его видоизменения
3. зарисовать схемы вегетативного, полового и бесполого размножения грибов, типы плодосумчатых грибов. На примере образцов определить типы плодовых тел у грибов.

Порядок выполнения:

Вегетативным телом грибов является мицелий (грибница), представляющий собой совокупность тонких ветвящихся нитей – гиф. Гифы могут быть одноклеточными или многоклеточными (септированными) с поперечными перегородками. У простейших грибов вегетативным телом может быть голый комочек цитоплазмы – плазмодий. Грибы, имеющие плазмодий или одноклеточный мицелий, часто называют низшими, а грибы с многоклеточным (септированным) мицелием – высшими.

У большинства грибов мицелий бесцветный, но у ряда грибов он может быть темным или окрашенным в желтоватый, розовый или другой цвет, что используется в отдельных случаях как диагностический признак.

Видоизменениями мицелия могут быть гаустории, анастомозы, ризоморфы, хламидоспоры, склероции и т. д.

Гаустории, или присоски, – это боковые ответвления или отростки гиф, проникающие внутрь клеток растения-хозяина и представляющие собой специализированные органы питания гриба.

Анастомозы – боковые выросты грибницы, представляющие своеобразные мостики для соединения гиф между собой.

Через анастомозы возможен переход генетически различных ядер из одной клетки в другую (явление гетерокариозиса).

Тяжи, или шнуры, – параллельные, частично сросшиеся между собой гифы, образующие сплетения толщиной от нескольких микрометров до нескольких миллиметров. Тяжи характерны для некоторых базидиальных грибов (например, домовый гриб и др.).

Ризоморфы – мощные, ветвящиеся, обычно темные с поверхности шнуры (у опенка и ряда других базидиальных грибов ризоморфы могут достигать нескольких метров в длину при толщине в несколько миллиметров).

Хламидоспоры – толстостенные клетки, образующиеся в результате распада мицелия при наступлении неблагоприятных условий. Хламидоспоры способны длительно сохраняться.

Геммы – мицелиальные клетки, по способу образования напоминающие хламидоспоры, но отличающиеся от них непостоянством формы и величины.

Оидии – особая форма видоизменения грибницы, при которой в результате образования перегородок и перешнурований гиф образуются округлые или удлинённые клетки с тонкой оболочкой. Оидии встречаются у голосумчатых и других грибов. К длительному сохранению они не способны. *Бластоспоры* – почкующийся мицелий. На определенном этапе развития отдельные клетки мицелия округляются, обособляются и на их поверхности появляются маленькие выросты, которые постепенно увеличиваются в размерах, затем отделяются от материнской клетки и снова начинают почковаться. Образование бластоспор характерно для дрожжевых и некоторых других грибов из подкласса голосумчатых.

Склероции – плотные переплетения грибницы округлой или вытянутой формы (часто величиной с горошину), предназначенные для сохранения гриба в неблагоприятных услови-

ях. Снаружи склероции, как правило, темноокрашенные, чаще чернью, и состоят из толстостенных гиф. Внутренняя часть склероция белая и состоит из обычных тонкостенных, богатых питательными веществами гиф.

Склероциальные стромы, или мумии, – образования, в формировании которых участвуют не только гифы грибов, но и пораженная ткань растения. Примером таких образований могут служить мумифицированные шпуды яблони, пораженные монилиозом.

Мицелиальные стромы – мясистые сплетения гифу на поверхности или внутри которых закладываются плодовые сумки или другие органы спороношения. Мицелиальные стромы характерны для многих сумчатых грибов, особенно локулоаскомицетов.

Грибы размножаются вегетативным бесполом или половым способами. Вегетативное размножение осуществляется фрагментами мицелия, которые, отделяясь, дают начало новому мицелию. У дрожжевых грибов и представителей порядков Agaricales и Plectascales известно вегетативное размножение путем почкования мицелия или его клеток, в результате чего образуются отдельные клетки – иодии, дающие начало грибному организму. Для целого ряда грибов характерно вегетативное размножение путем распада на отдельные клетки – артроспоры. При бесполом размножении споры гораздо более высоко специализированы по строению и способы размножения. Среди спор бесполого размножения грибов по способу образования выделяют споры эндогенные и экзогенные. Половое размножение у грибов бывает различных типов. Сущность его заключается в том, что происходит слияние двух половых клеток (гамет) - мужской и женской - или двух вегетативных талломов, функционирующих как половые клетки, в результате возникает новообразование (зигота). Сливающиеся гаметы содержат только половинный набор хромосом. В зиготе число хромосом соответственно удваивается. Гаметы являются структурами, которые находятся, имея половинный хромосом, в гаплоидной фазе, а зигота переходит уже в диплоидную фазу.

У высших грибов половой процесс протекает как слияние органов и клеток, не дифференцированных на гаметы. Образовавшаяся в результате слияния зигота (также не дифференцированная и обычно представляющая собой лишь соответствующее ядерное состояние) без периода покоя переходит к дальнейшему развитию; в ней формируются дикарионы ядер противоположных полов, которые потом попарно сливаются и претерпевают редукционное деление. Гаплоидные ядра, которые образовались в процессе редукционного деления, переходят в аскоспоры (образующиеся в сумках) или в базидиоспоры (в базидиомицетах экзогенно образующиеся на специальных клетках – базидиях).

Форма отчетности: отчет

Требования к отчету: зарисовать типы вегетативного тела грибов, органы мицелия и его видоизменения; зарисовать схемы вегетативного, полового и бесполого размножения грибов, типы плодосумчатых грибов.

Задания для самостоятельной работы: проработать материал по темам: 1. Грибы как возбудители болезней древесных и кустарниковых пород. 2. Морфология и систематика грибов.

Основная литература

1. Арефьев, Ю.Ф. Лесная фитопатология: учебник / Ю.Ф. Арефьев. - Воронеж : Воронежская государственная лесотехническая академия, 2013. - 709 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141973> (09.12.2015).

2. Чураков, Б. П. Лесная фитопатология: учебник / Б. П. Чураков, Д. Б. Чураков. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 448 с. Чураков Б. П. Лесная фитопатология [Электронный ресурс] : учебник / Чураков Б. П., Чураков Д. Б. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 448 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/element.php?>

Дополнительная литература

1. Семенкова, И. Г. Фитопатология: учебник для вузов / И.Г. Семенкова, Э.С. Соколова. - М. : Академия, 2003. - 479 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Морфология грибов
2. Питание грибов
3. Грибы как возбудители болезней древесных пород

4. Охарактеризуйте видоизменениями мицелия (гаустории, анастомозы, тяжи, ризоморфы, хламидоспоры, геммы, оидии, бластоспоры, склероции, склероциальные стромы, мицелиальные стромы). Отрадите их основные отличия друг от друга.
5. Вегетативное размножение грибов.
6. Основные виды бесполого размножения грибов.
7. Основные формы полового размножения грибов.

Лабораторная работа №3 Вирусные болезни растений. Цветковые растения-паразиты

Цель работы: иметь представление о видах вирусных болезнях и познакомиться с видами цветковых растений-паразитов.

Задание:

1. Изучить типы вирусных болезней
2. Изучить виды цветковых-паразитов

Порядок выполнения:

Вирусные заболевания чаще всего проявляются в изменении естественной зеленой окраски, появлении белесых или желтоватых пятен на листьях и стеблях. По характеру поражения и внешним признакам вирусные болезни растений можно отнести к двум типам: мозаики и желтухи.

Мозаики проявляются главным образом в изменении окраски различных органов растений. На листьях, стеблях, лепестках цветков возникают бледно-зеленые, желтые, иногда бурые (некротические) участки в виде пятен, колец, полос различной формы и величины. Чередуясь с нормально окрашенными участками, они создают пеструю, мозаичную расцветку. Эти симптомы появляются в результате повреждения хлоропластов, снижения их фотосинтетической активности, непосредственного разрушения вирусом хлорофилла, а также вследствие изменения активности некоторых ферментов и нарушения метаболизма клеток в связи с синтезом вирусных частиц. Иногда мозаичная окраска сопровождается деформацией листовых пластинок: они становятся курчавыми, морщинистыми или нитевидными.

Большое распространение и хозяйственное значение имеют многие мозаичные болезни цветочных культур, например вирусная мозаика гладиолуса, пестролепестность тюльпана и гвоздики. Эти болезни приводят к деформации надземных частей, измельчанию цветков и луковиц и другим проявлениям вырождения. В южных районах часто встречаются мозаики листьев клена ясенелистного, вяза, ясеня, жимолости и других древесных пород и кустарников. Желтухи характеризуются более сильным и глубоким воздействием вируса на организм хозяина и, как следствие этого, более тяжелыми и разнообразными нарушениями обмена веществ, роста и формы пораженных растений. При вирусных болезнях желтушного типа часто наблюдаются деформации отдельных органов или всего растения, связанные с угнетением или, наоборот, со стимуляцией ростовых процессов. В первом случае могут наблюдаться общее недоразвитие, карликовость растений, различные дегенеративные изменения поражаемых частей; во втором — разрастание тканей (опухоли и галлы), усиленное побегообразование (ведьмины метлы), пролиферация тканей, превращение генеративных органов в вегетативные (например, превращение частей цветка в листовидные образования). Для вирусных желтух, возбудители которых вызывают некроз флоэмы, характерны утолщение и скручивание листьев в результате нарушения нормального оттока ассимилятов из листьев в другие части растения. Лишь сравнительно немногие болезни этой группы проявляются в резком пожелтении листьев (общий хлороз). К болезням желтушного типа относятся ведьмины метлы робинии лжеакации, розеточная болезнь яблони и фисташкового дерева, ряд весьма распространенных и вредоносных заболеваний сельскохозяйственных и цветочных культур. Большинство высших (цветковых) растений обладает способностью к самостоятельному (автотрофному) питанию. Эти растения, как правило, имеют хорошо развитую корневую систему, дающую им возможность добывать из почвы воду и минеральные вещества, и надземный ассимилирующий аппарат, с помощью которого они синтезируют сложные органические соединения, идущие на построение всех тканей и органов растений. Однако в составе некоторых семейств есть растения, частично или полностью утратившие способность к автотрофному питанию и перешедшие к паразитическому существованию за счет других растений.

Переход к паразитизму осуществлялся у них путем приспособления к жизни на корнях или на надземных органах других растений. Соответственно этому среди паразитических цветко-

вых растений сформировались группы корневых и стеблевых (стволовых) паразитов. У тех и у других наблюдаются значительное видоизменение, недоразвитие или полная деградация корневой системы. Те и другие берут у растения-хозяина воду и минеральные вещества. Вместе с тем в обеих группах есть виды, резко различающиеся по способности ассимилировать углекислоту и создавать органические вещества своего тела. Одни в полной мере сохранили эту способность: они имеют зеленые листья и стебли, что дает основание называть их полупаразитами, или частичными паразитами. Другие полностью утратили это свойство высших растений (а вместе с ним — хлорофилл и зеленую окраску). Они извлекают из растения-хозяина не только воду и элементы минерального питания, но и органические вещества. Такие растения являются абсолютными паразитами. Изучить основные виды полупаразитов и паразитов цветковых растений.

Форма отчетности: отчет

Требования к отчету: описать и зарисовать типы вирусных болезней; виды цветковых паразитов.

Задания для самостоятельной работы: проработать материал по темам: фитопатогенные вирусы; сохранение и распространение вирусов; общие сведения о цветковых растениях-паразитах.

Основная литература

1. Арефьев, Ю.Ф. Лесная фитопатология: учебник / Ю.Ф. Арефьев. - Воронеж : Воронежская государственная лесотехническая академия, 2013. - 709 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141973>(09.12.2015).
2. Чураков, Б. П. Лесная фитопатология : учебник / Б. П. Чураков, Д. Б. Чураков. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 448 с. Чураков Б. П. Лесная фитопатология [Электронный ресурс] : учебник / Чураков Б. П., Чураков Д. Б. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 448 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/element.php>

Дополнительная литература

1. Семенкова, И. Г. Фитопатология: учебник для вузов / И.Г. Семенкова, Э.С. Соколова. - М. : Академия, 2003. - 479 с.
2. Определитель болезней растений : справочное издание / М. К. Хохряков, Т. Л. Доброзракова, К. М. Степанов и др. - 3-е изд., испр. - Санкт-Петербург: Лань, 2003. - 592 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Типы вирусных болезней растений
2. Фитопатогенные вирусы
3. Цветковые растения-паразиты

Лабораторная работа № 4. Типы растительных бактериозов. Строение бактерий

Цель работы: иметь представление о растительных бактериозах и изучить типы бактериальных болезней

Задание:

1. Изучить основные виды бактериальных болезней растений.

Порядок выполнения:

Характер внешнего проявления бактериальных болезней растений во многом зависит от того, какие органы и ткани поражены бактериями и какие патологические процессы в них происходят. Можно выделить следующие основные группы и типы бактериальных болезней растений:

I. Болезни, связанные с отмиранием паренхимных тканей — паренхиматозные бактериозы. Они обычно носят местный характер. Среди паренхиматозных бактериозов встречаются пятнистости, ожоги, гнили. Проникая в межклеточные пространства листьев, фитопатогенные бактерии вызывают быстрое отмирание окружающих клеток. Это проявляется в образовании пятен чаще всего угловатой формы. Примерами бактериальных пятнистостей могут служить: пятнистость листьев и плодов ореха грецкого (возбудитель — *Xanthomonas juglandis*), пятнистость листьев смородины (возбудитель — *Xanthomonas heterosea*), дырчатая пятнистость косточковых (*Xanthomonas pruni*) и др. Среди болезней типа ожога практическое значение имеют: бактериальный ожог груши (возбудитель — *Pseudomonas piri*), ожог сирени (возбудитель — *Pseudomonas syringae*), ожог шелковицы (возбудитель — *Pseudomonas mori*). К важнейшим объектам внешнего карантина относится ожог плодовых деревьев (возбудитель

— *Erwinia amylovora*). Бактериальные гнили возникают при поражении луковиц, клубней, плодов и семян. Под действием пектолитических ферментов бактерий происходит разрушение срединных пластинок. Пораженные ткани размягчаются или превращаются в слизистую, дурно пахнущую массу (например, при поражении желудей бактериями рода *Erwinia*).

II. Болезни, связанные с разрастанием тканей — гиперпластические бактериозы. При заболеваниях этой группы бактерии вызывают ускоренное беспорядочное деление клеток, иногда сопровождающееся увеличением их размера, что приводит к образованию раковых опухолей. Опухолевидный рак встречается у многих древесных растений. Важнейшие виды: поперечный рак стволов дуба (возбудитель — *Pseudomonas quercus*), опухолевидный рак стволов ясеня (*Pseudomonas fraxini*), бактериальный рак тополя (*Pseudomonas gemifaciens*), бугорчатый рак сосны (*Pseudomonas pinii*), корневой рак плодовых деревьев и лесных древесных пород (*Agrobacterium tumefaciens*), туберкулез маслины и ясеня (*Pseudomonas savastanoi*).

III. Болезни, связанные с поражением сосудов — сосудистые бактериозы. Обычно характеризуются общим поражением растений и проявляются в их увядании (усыхании). Размножаясь в сосудах ксилемы, заполняя и закупоривая их густой слизистой массой, бактерии нарушают подачу воды от корней к надземным частям. Кроме того, бактерии выделяют токсины, отравляющие ткани растения. Все эти нарушения приводят к быстрому отмиранию пораженных частей, а затем и всего растения. Сосудистыми бактериозами поражаются преимущественно сельскохозяйственные и цветочные культуры. На древесных растениях они встречаются реже. В качестве примера можно привести бактериальное увядание ивы — весьма опасное карантинное заболевание, вызываемое бактерией *Erwinia salicis*. Среди бактерий имеются виды, обладающие способностью растворять мицелий и спорангии грибов. Они получили название миколитических бактерий. Их используют в лесном и сельском хозяйстве для борьбы с грибными болезнями растений (мучнистой росой, полеганием сеянцев и др.).

Форма отчетности: отчет

Требования к отчету: описать и зарисовать типы растительных бактериозов и строение бактерий.

Задания для самостоятельной работы: проработать материал по темам: источники инфекции и пути распространения фитопатогенных бактерий; фитопатогенные бактерии; типы бактериальных болезней растений.

Основная литература

1. Арефьев, Ю.Ф. Лесная фитопатология: учебник / Ю.Ф. Арефьев. - Воронеж : Воронежская государственная лесотехническая академия, 2013. - 709 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141973> (09.12.2015).

2. Чураков, Б. П. Лесная фитопатология: учебник / Б. П. Чураков, Д. Б. Чураков. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 448 с. Чураков Б. П. Лесная фитопатология [Электронный ресурс] : учебник / Чураков Б. П., Чураков Д. Б. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 448 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/element.php>

Дополнительная литература

1. Семенкова, И. Г. Фитопатология: учебник для вузов / И.Г. Семенкова, Э.С. Соколова. - М. : Академия, 2003. - 479 с.

2. Определитель болезней растений : справочное издание / М. К. Хохряков, Т. Л. Доброзракова, К. М. Степанов и др. - 3-е изд., испр. - Санкт-Петербург: Лань, 2003. - 592 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Фитопатогенные бактерии;
2. Типы бактериальных болезней растений
3. Источники инфекции и пути распространения фитопатогенных бактерий

Лабораторная работа №5 Морфология головного отдела насекомых. Морфология грудного и брюшного отделов насекомых. Определение насекомых до отряда по взрослой стадии. Определение личинок насекомых.

Цель работы: рассмотреть строение головы насекомого и строение грудного и брюшного отделов насекомого.

Задание:

1. Рассмотреть строение головы насекомого, выделить части головы, границы между ними, места прикрепления усиков и ротовых частей.

2. Зарисовать строение головы насекомого с обозначением ее частей. Определите тип положения головы у насекомого.
3. Рассмотрите и зарисуйте различные типы усиков у насекомого.
4. Рассмотрите и зарисуйте расчлененные ротовые аппараты основных типов, с обозначением их частей.
5. Рассмотреть строение грудного и брюшного отделов насекомого. Зарисуйте типы брюшка.
6. Рассмотреть строение и типы ног насекомых и зарисуйте их.
7. Зарисуйте схему строения крыла насекомых и обозначьте его части

Порядок выполнения:

Тело насекомого состоит из трех четко различимых отделов – головы, груди и брюшка.

Голова образована несколькими слившимися сегментами и несет ротовые придатки и сенсорные органы – глаза и антенны (усики, или сяжки). Выделяют несколько областей головы. Между глазами и ниже антенн находится лоб, выше – темя, сзади – затылок; между нижним краем глаз и ротовым аппаратом расположены щеки. Эти области могут разделяться на различные участки, очертания которых крайне важны для классификации насекомых.

Глаза у взрослых насекомых обычно хорошо заметны и у многих видов занимают большую часть головы. Они бывают двух типов. Сложные, или фасеточные, глаза состоят из отдельных зрительных элементов, число которых достигает нескольких сотен. Простых глаз (глазков) обычно три, они расположены треугольником на лбу; иногда их число редуцировано до двух или они вообще отсутствуют. Глазки различают свет и темноту, помогают насе-

комым регулировать суточную активность, а также, у летающих форм, следить за линией горизонта. Сложные глаза дают мозаичное изображение, поскольку каждая их фасетка воспринимает только часть попавшего в поле зрения объекта. У многих насекомых, особенно хищных, в сложном глазу есть область увеличенных фасеток, расположение которой зависит от наиболее важного для данного вида направления в окружающем пространстве. Если насекомого обычно больше интересует то, что происходит над ним, самые крупные фасетки находятся в верхней части глаза, если под животным – в нижней, если спереди – в передней. Взрослые насекомые с сильно редуцированными глазами или вообще без них известны среди почвенных, пещерных или паразитических видов, живущих в среде, где зрение не облегчает ориентации.

Антенны, усики, или сяжки, – это парные структуры, которые могут включать в себя от двух до более 60 члеников. По форме они весьма разнообразны. В большинстве отрядов насекомых антенны длинные, т.е. состоят из четырех и более члеников, однако у равнокрылых и мух их всего три. В последнем случае на третьем членике может быть щетинковидный вырост, состоящий из нескольких слившихся сегментов. Антенны не просто осязательные «щупики»: они несут сенсорные волоски и ямки, способные в зависимости от вида воспринимать запах, звук, земное притяжение, влажность и температуру.

Строение антенн весьма разнообразно. У дневных бабочек они бывают булавовидными (с расширенными последними члениками) или булавовидно-крючковатыми (в семействе толстоголовок); у ночных бабочек – сужающимися к концу (щетинковидными) и покрытыми волосками и чешуйками, перистыми с двумя супротивными рядами длинных боковых отростков, пильчатыми или двусторонне-пильчатыми с короткими боковыми выростами; у пчел и ос – нитевидными (с одинаковой по всей длине толщиной), пильчатыми, двусторонне-пильчатыми или с одним-двумя длинными выростами на каждом членике; у жуков (в этой группе их форма особенно важна для классификации) – нитевидными, булавовидными или пластинчатыми, когда последние сегменты представляют собой длинные соединенные основаниями пластинки, которые могут раскрываться веером; у некоторых форм антенны ветвистые с длинными, расходящимися лучами отростками.

Ротовой аппарат бывает двух основных типов – примитивный грызущий, например у кузнечиков, и производный от него сосущий, например у бабочек. Эти типы разделяют на более специализированные варианты, в частности колюще-сосущий у слепней и комаров, лижущий у комнатной мухи или лижуще-грызущий у пчел и ос.

Ротовой аппарат состоит из верхней губы, пары верхних челюстей, называемых жвалами, или мандибулами, пары нижних челюстей, нижней губы и языковидного подглоточника (гипофаринкса), расположенного между прочими придатками. Поскольку рот большинства насекомых направлен вниз, «верхние» и «нижние» части можно считать соответственно передними и задними. На нижних челюстях и нижней губе примитивных насекомых находятся сенсорные щупики (пальпы), помогающие направлять в рот пищу. У эволюционно продвинутых форм они могут быть сильно редуцированы или вообще отсутствовать. Хоботок, приспособленный для всасывания или слизывания жидкой пищи и впрыскивания в чужие ткани слюны, образован различными ротовыми придатками в зависимости от группы насекомых. У двукрылых, например, он бывает двух типов – колющий и лижущий. В первом, свойственном, скажем, комарам, в колющие стилеты превращены все перечисленные выше части, кроме нижней губы, которая образует вокруг них футляр. У комнатной мухи, напротив, основная масса хоботка – производное нижней губы, оканчивающейся широким диском из мягких сосательных лопастей, или лабелл. Многочисленные борозды на нижней стороне каждой лабеллы, как губка, впитывают жидкую пищу. У клопов хоботок членистый, а у бабочек представляет собою мягкую трубку, которая в покое свернута плоской спиралью в ротовой полости, причем у некоторых бражников ее длина в несколько раз больше, чем у всего остального тела.

Грудь, или средний отдел тела насекомого, служит местом прикрепления локомоторных органов и состоит из трех сегментов – передне-, средне- и заднегруди. Каждый из них несет пару ног.

Ноги насекомых членистые, из пяти главных частей. Начиная от туловища, это тазик (базальный членик), вертлуг, бедро, голень и лапка. Вертлуг обычно короткий. Исходно он был свободным и, образуя два сустава, повышал подвижность конечности, но у современных насекомых, как правило, срастается с бедром. Лапка образована тремя-пятью члениками, но их число у некоторых насекомых редуцировано до двух и даже одного. Эта часть функционально соответствует стопе, почти всегда оканчивается одним-двумя коготками и обычно несет другие придатки, например плоскую подушечку (пульвиллу). У некоторых насекомых на лапках находятся высокочувствительные хеморецепторы, а также сенсорные органы, способные воспринимать колебания поверхности, предупреждая тем самым о приближающейся опасности.

Примитивный тип ног насекомых – ходильный с почти цилиндрическими члениками, однако в процессе эволюции конечности часто модифицировались для выполнения новых функций. Так, у блох и кузнечиков задние ноги сильно удлинены и приспособлены для высоких прыжков; у хищных насекомых передние ноги иногда превращены в хватательные приспособления, а у роющих форм, например жуков-скарабеев и медведок, они расширены в зазубренные скребки. У некоторых живущих под корой видов (клопов-подкорников) ноги широко отстоят одна от другой и отходят от туловища не вниз, а в стороны, что позволяет насекомому передвигаться в очень тесных пространствах. Иногда ноги служат для обмана хищников; например, у ряда клопов они увеличены и покрыты шипами: это может как отпугивать врага, так и служить маскировкой, делая трудноразличимыми общие очертания животного. У многих мух передние ноги ярко окрашены и, вытянутые вперед, напоминают сверху антенны пчел и ос. У мух широко распространена и сложная орнаментация лапок: обычно она служит вторичным половым признаком, используемым для привлечения самки (ухаживания).

Крыльев у насекомых обычно две пары – на средне- и заднегруди. Они отходят в верхней части боковой стенки этих отделов и представляют собой ее выпячивания. Крылья пронизаны жилками (их число и расположение – систематические признаки), по которым течет гемолимфа («кровь»). Она питает крылья, доставляя в них питательные вещества, а кроме того, ее напор позволяет расправить эти структуры, когда они завершают свое формирование у взрослого насекомого. Жилки играют также роль жесткого каркаса. Крылья бывают голыми (прозрачными) или покрытыми волосками и их производными. Эти волоски часто микроскопические, но у бабочек (отряд *Lepidoptera*) они превращены в крупные чешуйки различного типа, которые либо содержат пигмент, либо благодаря особым образом исчерченной поверхности так отражают свет, что насекомое переливается всеми цветами ра-

дуги (например у рода *Morpho*). Чешуйки присутствуют также на туловище и крыльях других насекомых, в частности жуков и комаров. Крылья бывают различным образом модифицированы. Обычно передние крупнее задних и служат как для полета, так и для защиты нижних, однако у жуков (отряд Coleoptera) они превращены в жесткие надкрылья, выполняющие в основном защитную функцию, а у жуков-плавунцов образуют на спине воздушную камеру, позволяющую этим насекомым подолгу находиться под водой. У двукрылых задние крылья превращены в короткие булавовидные выросты – т.н. жужжальца, служащие органами равновесия и работающие по принципу гироскопа, хотя совершают они в полете не вращательные, а колебательные движения. При удалении хотя бы одного жужжальца насекомое теряет способность летать.

Брюшко состоит из десяти или одиннадцати сегментов. У взрослых насекомых их видимое число может не превышать трех, поскольку некоторые сливаются друг с другом, а другие превращаются в совокупительный аппарат, однако чаще всего пять-восемь сегментов хорошо заметны. Они разделены на верхнюю и нижнюю части, соединенные тонкой мембраной, которая находится также между отдельными сегментами: это позволяет брюшку растягиваться, когда в нем созревают яйца или кишечник переполняется пищей. У большинства насекомых брюшко цилиндрическое или выпуклое сверху и почти плоское снизу, а к концу сужается, однако форма его может быть весьма разнообразной: плоской, почти округлой в очертаниях, треугольной в поперечном сечении, булавовидной и т.п. У муравьев оно соединено с грудью тонким стебельком из одного-двух члеников, а у пчел и ос отделено от нее узкой перетяжкой. У многих примитивных насекомых на конце брюшка находится пара похожих на хвосты членистых придатков (церки), иногда с третьим «хвостом» между ними.

Форма отчетности: отчет

Требования к отчету: зарисовать строение головы насекомого с обозначением ее частей; различные типы усиков у насекомого; расчлененные ротовые аппараты основных типов, с обозначением их частей; зарисовать типы брюшка; строение и типы ног насекомых; схему строения крыла насекомых и обозначьте его части.

Задания для самостоятельной работы: проработать материал по следующим темам:

1. Основные признаки строения представителей класса насекомых.
2. Отличие насекомых от паукообразных, многоножек и ракообразных.
3. Анатомия насекомых, брюшко и его придатки.

Основная литература

1. Лесная энтомология: учебник / Е. Г. Мозолевская, А. В. Селиховкин, С. С. Ижевский и др. - 2-е изд., испр. - М.: Академия, 2011. - 416 с.

Дополнительная литература

1. Практикум по лесной энтомологии : учебное пособие для вузов / Под ред. Е.Г. Мозолевской. - М. : Академия, 2004. - 272 с.

2. Морфология насекомых: методические указания / Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова» ; сост. В.Н. Коновалов, В.Н. Евдокимов. - Архангельск : ИД САФУ, 2014. - 28 с. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436366> (26.04.2016).

Контрольные вопросы для самопроверки

1. На какие отделы подразделяется тело насекомых?
2. Основные типы ротовых аппаратов насекомых
3. Строение ротового аппарата грызущего типа.
4. Строение ротового аппарата колюще-сосущего типа.
5. Какие виды строения антенн бывают у насекомых?
6. Виды и строения глаз у насекомых?
7. Из чего состоит грудной отдел насекомых?
8. Основные типы ног насекомых?
9. Какими слоями покрыто тело насекомого?
10. Для чего служат локомоторные органы насекомых?
11. Формы брюшка насекомых.

Лабораторная работа №6. Вредители питомников, лесных культур, естественного возобновления и молодняков. Хвое – и листогрызущие вредители

Цель работы: научиться определять вредителей молодняков

Задание:

1. Ознакомьтесь с биологическими коллекциями вредителей.
2. Зарисуйте не менее 10 различных повреждений на разных породах с обозначением вида вредителя и его систематического положения.
3. Ознакомьтесь с биологическими коллекциями основных видов вредителей.
4. С помощью учебника составьте таблицу, характеризующую биологические особенности хвое-листогрызущих вредителей, укажите их вид, повреждаемые породы, период питания, время лета, способ и место яйцекладки и окукливания, фазу и место зимовки, генерацию.

Порядок выполнения:

Вредители растений в питомниках и молодняках

Это неоднородная в экологическом и систематическом отношении группа вредителей, объединенная по признаку возраста повреждаемых молодых древесных растений. В эту группу входят вредители широко распространенные в питомниках и молодняках искусственного происхождения, способные наносить ощутимый вред растениям. Они встречаются и на подросте, и на деревьях старшего возраста в естественных лесах, но их вредоносность нам не так ощутима. Это исключительно разнообразная в систематическом и экологическом отношении группа. К ней относятся *корневые вредители* (пластинчатоусые, щелкуны, чернотелки, медведки и др.); *многоядные вредители всходов и семян* (саранчовые, подгрызающие совки, долгоносики, кравчики и др.); *сосущие вредители* (листоблошки, тли, белокрылки, щитовки, мучнистые червецы, войлочники, ложнощитовки, хермесы, плоские клопы); *минеры* (моли пестрянки, одноцветные моли, чехлоноски, беззубые первичные моли, моли-малютки, настоящие пилильщики, минирующие мушки и др.); *галлообразователи* (галлообразующие тли, орехотворки, галлицы, настоящие пилильщики и др.); *сворачивающие в трубки, оплетающие паутиной, скелетирующие и уничтожающие листву и хвою насекомые* (трубкаверты, листоеды, долгоносики , настоящие пилильщики и ткачи-пилильщики); *протачивающие побеги, выгрызающие площадки на ветвях и стволиках и выедающие почки насекомые или blastofаги* (некоторые листовертки, узкокрылые огневки, короеды, корнежилы, долгоносики и др.) Молоднякам вредят также и некоторые *стволовые вредители*, выбирающие для заселения тонкие стволики и ветви деревьев (малый тополевый усач и пятнистая тополевая златка), некоторые массовые *хвое и листогрызущие насекомые* (многие пилильщики и ткачи –пилильщики и др.). Иногда один и тот же вредитель может наносить различные повреждения. Так, опыленный долгоносик повреждает хвою, побеги и корни сосны. Кроме насекомых к вредителям относят галлообразующие и паутинные клещи (класс паукообразные-Arachnoidea). Как правило в питомниках и культурах многие вредители молодых растений приурочены к определенному возрасту растений. Так многоядные вредители (некоторые саранчовые и кузнечиковые, жуки-кравчики, свекловичные долгоносики, подгрызающие совки, комары-долгоножки и др.), появляющиеся из окружающих полей, лугов и пустырей, причиняют большой вред молодым растениям в питомниках и культурах в первые годы посадки, до их смыкания кронами, пока не сформировалась лесная среда и лесные виды насекомых не вытеснили обитателей лесных пространств. Другие виды(например, подкорный сосновый клоп, побеговьюны)особенно вредят культурам 5-12 лет. Почвообитающие вредители корней древесных растений вредят растениям и в питомниках, и в культурах на разных этапах их формирования. Роль вредителей возрастает в неблагоприятных условиях местопроизрастания, при нарушении агротехники выращивания посадочного материала и при отсутствии ухода за молодыми растениями в культурах.

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

зущих насекомых на несколько порядков увеличивается. Личинки хвое- и листогрызущих насекомых в зависимости от систематической принадлежности по типу своего строения являются либо гусеницами (бабочки), либо жлегусеницами (настоящие пилильщики), либо червеобразными (ткачи-пилильщики). В младших возрастах они выделяют мягкие ткани листьев и хвои, оставляя нетронутыми жилки, в старших – полностью уничтожают почки, листья и хвою деревьев, а при высокой плотности популяции могут повреждать даже молодые побеги. Хвое- и листогрызущим насекомым свойственны некоторые общие биологические особенности: открытый образ жизни, высокая и изменчивая плодовитость, способность к миграции путем активных перелетов и переползания или путем пассивного переноса ветром, а для многих видов – кучность яйцекладки. Обилие или недостаток пищи у личинок и ее биохимический состав, меняющийся в пределах вегетационного сезона, определяют жизнеспособность, плодовитость и выживаемость потомства хвое- и листогрызущих насекомых. В фазе имаго они питаются нектаром или не питаются совершенно живут за счет накопленных личинками запасов питательных веществ. На питание, рос, развитие, расселение, плодовитость, размножение и выживаемость популяций хвое- и листогрызущих насекомых большое влияние оказывают климатические факторы, воздействующие на них как прямо, так и косвенно через состояние кормовых пород. На плотность их популяций влияют также их естественные враги — птицы и насекомые-энтомофаги, а также патогены (энтомопатогенные бактерии, вирусы и другие микроорганизмы), вызывающие эпизоотии. Преобладающее большинство насекомых этой группы имеет одногодичный жизненный цикл. Только некоторые из них в более южных районах дают две генерации в год (например, обыкновенный сосновый пилильщик) а в таежных районах Сибири развиваются в течение двух лет (сибирский коконопряд). Многим хвое- и листогрызущим насекомым свойственна обязательная (для особей всей популяции) и факультативная (для особей части популяции) диапауза, возникающая на разных фазах развития вида как его приспособление к зимовке, истощению или изменению качества корма и другим неблагоприятным условиям среды. Так, у монашенки, непарного шелкопряда и кольчатого коконопряда наступает обязательная эмбриональная диапауза перед зимовкой, а у лунки серебристой, ряда пилильщиков и ткачей-пилильщиков во время коконирования в личиночную диапаузу периодически впадает часть популяции, при этом диапауза затягивается на 2 — 4 года и более. Все виды хвое- и листогрызущих насекомых по времени личиночного питания делятся на следующие фенологические группы: 1) *ранневесенние* (дубовая зеленая листовертка, пяденицы-шелкопряды, рыжий сосновый пилильщик и др.), 2) *весенне-летние* (например, непарный шелкопряд), 3) *летние* (дубовая хохлатка и др.) 4) *летне-осенние* (сосновая пяденица, лунка серебристая) и 5) *осенне-весенние*, чьи личинки начинают питаться во второй половине лета, зимуют и продолжают питаться весной (златогузка, ивовая волнянка, сосновый шелкопряд и др.). Первая и вторая группы специализированы на питании растениями весной, когда их листья и хвоя наиболее богаты белком и, следовательно, очень питательны, хотя и имеют неустойчивый биохимический состав. Другие приспособлены к питанию листьями и хвоей в летний и летне-осенний периоды, когда они содержат меньше белка, не так питательны, но сохраняют устойчивый химизм (А. И. Воронцов, 1978). Наиболее вредоносны среди хвое- и листогрызущих насекомых виды с наибольшей продолжительностью периода питания (например, сибирский коконопряд), виды с двойной генерацией (обыкновенный сосновый пилильщик), повреждающие свою кормовую породу дважды за один сезон, и виды летней фенологической группы, после повреждения которыми листва и хвоя в этой же год не восстанавливаются (например, дубовая хохлатка, сосновая пяденица). Менее вредоносны виды ранневесенней и весенне-летней групп, после повреждения крон деревьев которыми листва восстанавливается к середине лета. Кладки яиц хвое- и листогрызущих насекомых располагаются на разных частях дерева, чаще всего в кроне возле почек на побегах и ветвях (дубовая зеленая листовертка и зимняя пяденица), на хвое или внутри хвоинок (сосновая совка и сосновые пилильщики), на листьях (златогузка и ивовая волнянка). У ряда насекомых самки откладывают яйца в неровности и щели коры ствола (шелкопряд, монашенка, боярышниковая листовертка). У непарного шелкопряда кладки яиц в большей части его ареала обычно располагаются также на коре в комлевой части стволов, но в горных местностях — на камнях и скалах, а в Приморье — на нижней стороне листьев, вместе с которыми опадают на землю. В городах бабочки этого вида откладывают яйца на столбах и заборах.

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

- зимующие в фазе яйца (непарный и кольчатый шелкопряды, монашенка, дубовая зеленая, боярышниковая и ряд других листоверток, зимняя пяденица, рыжий сосновый

пилильщик и др.),

— зимующие в фазе личинки (златогузка, ивовая волнянка, сосновый и сибирский коконопряды и др.),

— зимующие в фазе куколки (сосновая совка, пяденицы-шелкопряды, многие совки, кленовая стрелчатка и др.).

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

Среди хвое- и листогрызущих насекомых есть как исключительно свето- и теплолюбивые виды, предпочитающие хорошо прогреваемые изреженные насаждения, опушки и типы леса, приуроченные к повышенным элементам рельефа на сухих и бедных почвах (златогузка, непарный шелкопряд, сосновая совка, сосновые пилильщики), так и более гигрофильные и менее светлюбивые, предпочитающие относительно влажные местообитания и ишь: леса, пойменные леса и сомкнутые насаждения (зимняя Пяденица, сосновая пяденица, монашенка, ивовая и черемуховая паутинные моли и др.). Вспышки массового размножения хвое- и листогрызущих насекомых возникают под влиянием значительных отклонений ряда метеорологических показателей от нормы, как правило, в течение нескольких лет, часто сопряженные с циклами солнечной активности. Они воздействуют на кормовые качества древесных пород и их устойчивость к повреждениям, влияют на жизнеспособность, плодовитость и выживаемость популяции хвое- и листогрызущих насекомых, изменяют взаимоотношения хозяина с комплексом энтомофагов, регулируют фенологию кормовых растений, усиливая или сокращая разрыв в сроках развития растений и питающейся фазы вредителя, способствуют проявлению эпизоотий и массовой гибели популяции. Проявление вспышек (стимулирует неправильная или чрезмерно интенсивная хозяйственная деятельность в лесах, сопровождающаяся снижением биологического разнообразия живых организмов и уменьшением численности естественных врагов хвое- и листогрызущих насекомых).

Очагами хвое- и листогрызущих насекомых называют заселенные вредителями участки леса, где их численность угрожает насаждению потерей 30 % хвои и более (или 50 % листвы и более) и где требуются истребительные мероприятия. Очаги приурочены к наиболее благоприятным для данного вида вредителя условиям среды. **Первичные очаги** возникают в наиболее подходящих для данного вида вредителя условиях. Чаще они появляются в чистых насаждениях порослевого или искусственного происхождения произрастающих на бедных почвах, часто вытоптаных скотом и нарушенных другими видами деятельности человека, как правило, с малым биологическим разнообразием — обедненным видовым составом фито- и зооценоза. Здесь численность хвое- и листогрызущих насекомых растет очень быстро и достигает максимальных размеров. **Вторичные очаги** возникают в насаждениях с менее подходящими для вредителя условиями, где больше насекомоядных птиц и энтомофагов, класс бонитета выше, чаще всего есть подлесок и развитый травяной покров. Обычно это насаждения естественного происхождения, и их целостность и разнообразие нарушены меньше. Численность популяции хвое- и листогрызущих насекомых здесь растет медленнее и уровень ее ниже. Максимум поврежденности крон в этих очагах запаздывает по сравнению с первичными очагами на 1 — 2 года. **Миграционные очаги** формируются вследствие разлета взрослых насекомых или переползания личинок из первичных и вторичных очагов. Продолжительность развития миграционных очагов зависит от условий, в которые попадают мигранты. Вспышка массового размножения хвое- и листогрызущих насекомых в своем развитии имеет четыре фазы (рис. 19). К первой (начальной) фазе чаще всего относится только одно поколение вредителя, которое выкармливается в наступивших для него оптимальных кормовых и погодных условиях. Численность вредителя в насаждениях в начальной фазе по сравнению с численностью предшествующих поколений увеличивается незначительно, всего

в 2 — 4 раза. **Во второй фазе** (*нарастание численности*), охватывающей два-три поколения, численность вредителя продолжает возрастать, однако она еще сравнительно невелика — наносимые им повреждения в кронах обнаруживаются лишь при детальном осмотре деревьев. В этот период личинки хвое- и листогрызущих насекомых отличаются упитанностью и повышенным содержанием жировых и белковых веществ в тканях, а яйца, куколки и имаго — крупными размерами и повышенной массой. При переходе **в третью фазу** (*кульминация вспышки*) численность хвое- и листогрызущих насекомых резко увеличивается, признаки повреждения крон деревьев становятся хорошо заметными и достигают максимума. Эта фаза продолжается 2 — 3 года; Постепенно в повреждаемом насаждении истощаются кормовые ресурсы, хвое- и листогрызущие насекомые начинают испытывать недостаток корма, что приводит к снижению их жизнеспособности и плодовитости, в очаге возрастает численность энтомофагов, а в популяции вредителя в конце этой фазы усиливается распространение эпизоотий, снижается выживаемость и возрастает смертность вредителя. Во второй и начале третьей фазы в связи с увеличением численности популяции вредителя и снижением массы и качества кормовых ресурсов вредитель частично расселяется в окружающие насаждения и образуются миграционные очаги. **В четвертой фазе** (*кризис*), которая длится от одного до трех лет, численность вредителя стремительно снижается и падает до минимума, высокая плодовитость насекомых сменяется низкой, размеры и масса тела снижаются, доля самцов в популяции возрастает и превышает долю самок, смертность вредителя от энтомофагов и болезней еще более увеличивается, и вспышка под влиянием комплекса перечисленных выше факторов заканчивается. Период после вспышки называют **периодом депрессии численности** хвое- и листогрызущих насекомых. В это время численность вредителя держится на низком, непрерывно колеблющемся уровне, а плодовитость близка к средней. Об изменениях численности популяции и фазе развития вспышки судят по плотности особей, коэффициенту размножения, пораженности вредителя энтомофагами и болезнями, плодовитости, массе куколок, числу яиц в кладке и другим, количественным и качественным популяционным показателям. Кривая изменения численности популяции хвое- и листогрызущих насекомых на протяжении вспышки массового размножения для каждого вида специфична. Для большинства видов хвое- и листогрызущих насекомых с однолетней генерацией вспышка длится около 6 — 7 лет. При более коротких сроках жизненного цикла, например при двойной генерации у обыкновенного соснового пилильщика, она нередко заканчивается в течение трех-четырёх лет, при двухлетней генерации (например, у сибирского шелкопряда) вспышка может продолжаться до 10 — 12 лет. В природе бывают случайные отклонения от приведенных сроков развития вспышек, зависящие от изменения условий среды и от специфики реакции на них хвое- и листогрызущих насекомых. Так, у зеленой дубовой листовертки при благоприятных условиях среды вспышки массового размножения длятся до 10 лет и более. Вспышки массового размножения отдельных видов хвое- и листогрызущих насекомых приурочены к определенным регионам и лесорастительным условиям и многократно повторяются в одних и тех же лесных массивах. Кроме очагов с преобладанием одного вида часто развиваются комплексные (сопряженные) очаги нескольких видов. Например, в лиственных лесах Красноярского края наблюдаются сопряженные очаги сибирского коконопряда, лиственничной пяденицы и непарного шелкопряда, в дубравах Поволжья и в лиственных лесах центра европейской части России часто возникают сопряженные очаги пядениц (зимняя, пяденица-обдирало, пяденица-шелкопряд), листоверток (дубовая зеленая, боярышниковая, пестро-золотистая и др.), ряда видов совок и др. В одних случаях вспышки массового размножения хвое- и листогрызущих насекомых носят локальный характер и ограничиваются небольшой площадью, а в других — захватывают сразу очень большие пространства, часто распространяясь в пределах целой ландшафтно-географической зоны или даже в нескольких зонах. Такие вспышки массового размножения названы пандемическими, они свойственны, например, сибирскому и непарному шелкопряду. Повторяются вспышки довольно редко, в случае их естественного затухания продолжительность межвспышечного периода возрастает, а депрессия численности вида бывает очень значительной. Хвое- и листогрызущие насекомые, объедая хвою и листву на деревьях, нарушают их нормальный водообмен и ассимиляцию, что ведет к потере прироста и снижению устойчивости. Самые вредоносные среди хвое- и листогрызущих насекомых — виды с наибольшей продолжительностью периода пи-

тания (сибирский коконопряд); двойной генерацией (обыкновенный сосновый пилильщик), повреждающие свою кормовую породу дважды за один сезон; виды летней фенологической группы, после повреждения которыми листва и хвоя в этот же год не восстанавливаются (дубовая хохлатка, сосновая пяденица). Менее вредоносны виды ранневесенней и весенне-летней групп, после повреждения листвы которыми она восстанавливается уже в середине лета. Как характеристика степени воздействия насекомых-дефолиаторов на насаждения используется понятие «размер кумулятивного объедания крон» — суммарный процент объедания хвои или листвы за ряд смежных лет. Гибель деревьев пропорциональна степени кумулятивного объедания, причем даже одногодичные перерывы не нарушают степени этой связи. Хвойные насаждения менее устойчивы к повреждениям, чем лиственные. Так, ель обыкновенная усыхает часто даже при 50%-м повреждении хвои. Напротив, дуб, как и другие лиственные породы, как правило, не усыхает даже в результате сплошного объедания. Наименьшей устойчивостью к повреждению отличаются темнохвойные породы (пихта и ель), далее по возрастанию устойчивости идут кедр, сосна и лиственница, сохранению устойчивости последней способствует ее приспособленность к ежегодной смене хвои. Обычно хвойные насаждения особенно резко снижают прирост под влиянием потери хвои, при повторных объеданиях подвергаются нападению стволовых вредителей и усыхают. Так, в качестве постоянного спутника в очагах сибирского коконопряда выступает черный пихтовый усач, а частыми спутниками сосновой совки являются сосновые лубоеды. Устойчивость лиственных насаждений к дефолиации намного выше, чем у хвойных, они способны переносить многократно уничтожение листвы. При этом снижается прирост деревьев и ухудшается общее состояние древостоя, в кронах деревьев появляются сухие ветви, на стволах — водяные побеги. После трех-кратной дефолиации в лиственных насаждениях значительно возрастает доля отпада и возникают очаги стволовых вредителей. В поврежденных хвое- и листогрызущими насекомыми насаждениях значительно изменяется среда. Увеличение прозрачности верхнего полога вследствие дефолиации резко повышает освещенность, температуру и уменьшает влажность подпологовой среды; в связи с этим, увеличивается мощность травяного покрова, улучшается состояние подроста и самосева. В сложных по составу и структуре насаждениях при повреждении основной породы насекомыми монофагами у других сопутствующих пород и у деревьев второго яруса увеличивается прирост. Одновременно с изменением фитоклимата в очагах хвое- и листогрызущих насекомых увеличивается поступление питательных веществ в почву за счет экскрементов и трупов насекомых, особенно в двух последних фазах вспышки, что стимулирует процессы минерализации растительного опада и способствует более интенсивному биологическому круговороту веществ в экосистемах. Вредители хвойных пород. К наиболее известным вредителям хвойных пород относятся сосновый и сибирский коконопряды, монашенка, хвойная волнянка, сосновая пяденица и сосновая совка, рыжий и обыкновенный сосновые пилильщики и звездчатый и красноголовый ткачи-пилильщики.

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

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

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

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

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

Вспышки массового размножения сибирского коконопряда возникают на больших территориях в таежных лесах Сибири и Дальнего Востока. Их продолжительность 6 — 8 лет, из которых в течение 4 — 5 лет наносится наиболее ощутимый вред лесам. В первую очередь вспышки возникают в изреженных рубками и пожарами лесах, вблизи сырьевых баз лесозаготовителей, при низкой полноте насаждений, чаще в перестойных и спелых, реже в средневозрастных чистых насаждениях с редким подлеском или в насаждениях с незначительной примесью лиственных пород. Известно, что вспышки массового размножения вредителя возникают после двух-трех засушливых вегетационных периодов и сильных весенних и осенних лесных пожаров. Лесные пожары способствуют гибели энтомофагов в лесной подстилке. В равнинных лесах вспышкам сибирского коконопряда обычно предшествуют малоснежные суровые зимы, в которые энтомофаги также гибнут вследствие вымерзания. В уменьшении численности сибирского коконопряда большую роль играют энтомофаги и болезни бактериального происхождения, хотя естественные эпизоотии бактериальных болезней в популяциях сибирского коконопряда достаточно редки. Гусеницы монашенки многоядны и питаются хвоей ели, пихты, сосны, лиственницы, листьями дуба, бука, граба. Предпочитаемые породы — сосна и ель. При высокой численности и нехватке корма они поедают листья черники, брусники и малины. Фаза гусеницы в зависимости от погодных условий и широты места длится 45 — 80 дней. Молодые гусеницы на хвойных деревьях объедают сначала только майские побеги и тронувшиеся в рост почки, затем пыльцу мужских соцветий. Начиная с третьего возраста гусеницы могут питаться старой хвоей. На лиственных породах гусеницы первого возраста выгрызают набухшие почки, а затем дыры в листьях, на хвойных — откусывают верхнюю половину хвоинки, которая падает на землю, и съедают до конца остальную ее часть (А. И. Воронцов, 1978).

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

Монашенка относится к весенне-летней фенологической группе хвоегрызущих насекомых. В западных районах России очаги монашенки возникают в основном в густых ельниках-зеленомошниках, реже в ельниках-долгомошниках или в сосняках с хорошо выражен-

ным вторым ярусом из ели. На остальной территории страны очаги появляются в сосновых сухих и свежих борах, реже в лиственничных лесах.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Лёт начинается в середине июля и продолжается до конца августа. Самка откладывает яйца под чешуйки коры укороченных побегов и тонких веточек лиственниц группами по 2—12 штук. Плодовитость одной самки до 200 яиц. Яйца бледные, лимонно-желтые, с морщинистой поверхностью, диаметр их около 0,5 мм. Яйца зимуют.

Гусеницы зеленовато-серые, с черной головой. Они выходят во второй половине мая обычно в период распускания хвои лиственниц. В первом возрасте они питаются на почках, располагаясь в рыхлом паутинном мешочке среди молодых хвоинок. По мере дальнейшего роста гусеница соединяет хвоинки вместе в пучок в виде трубочкой там живет, минирова и выскабливая их. Более взрослые гусеницы

живут открыто и поедают хвою полностью. При массовом скоплении гусениц в кроне выделенные ими паутинные нити опутывают ветви, задерживая остатки поврежденной хвои и экскременты. В Западной Европе кроме лиственницы повреждается ель. Гусеницы окукливаются в конце июня. Куколка блестящая, коричневая, с редкими желтоватыми волосками, длиной 1,0—1,2 см. Фаза куколки продолжается 15—17 дней. Генерация одногодная.

Лиственничная листовертка относится к весенне-летней фенологической группе хвоегрызущих насекомых. Вспышки ее массового размножения возникают преимущественно в горных районах Сибири. Первичные очаги приурочены к изреженным старым, хорошо прогреваемым лиственничным насаждениям. Периодически вспышки массового размножения появляются на огромных площадях и продолжаются 7—8 лет. При этом наблюдаются массовые миграции бабочек на большой высоте из поврежденных насаждений в неповрежденные.

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

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

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

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

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

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

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

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

Гусеницы небольшие — до 3 см, зеленые, с пятью продольными белыми линиями вдоль тела и желтыми полосками по бокам. Как у всех пядениц, имеют две пары брюшных ног. Вначале они питаются мякотью хвоинок, оставляя нетронутыми их ось и основание, а в старшем возрасте съедают хвоинки целиком, оставляя лишь небольшие «пенечки». Гусеницы кормятся в кронах до глубокой осени и в октябре спускаются в подстилку, где сразу же вые или желто-бурые, часто с боков зеленоватые, их последним сегмент заканчивается тупоконическим отростком с грубо морщинистым основанием. Куколки зимуют. Генерация однолетняя.

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

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

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

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

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

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

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

Появившиеся из куколок имаго откладывают яйца уже в молодую хвою сосны, во второй половине июля — начале августа появляются личинки второго поколения. Они питаются хвоей текущего года до сентября — октября и затем спускаются в лесную подстилку, где окукливаются в бурых коконах, там и зимуют.

В период вспышек массового размножения при недостатке кормового ресурса обычно наблюдается факультативная диапауза части закононировавшихся личинок второго поколения. При одно годовой генерации в коконах зимуют личинки и только весной они превращаются в куколок.

При двух поколениях в год ущерб, наносимый сосновым культурам обыкновенным сосновым пилильщиком, очень высок, так как в его очагах повреждается и старая и молодая хвоя, что в засушливые годы может вызвать усыхание значительной части деревьев. При одно годовой генерации ущерб от соснового

пилильщика несколько меньше.

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

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

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

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

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

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

Вспышки массового размножения пилильщика затухают под влиянием болезней и энтомофагов. Нередко они затягиваются, когда волны резких подъемов численности перемежаются менее масштабными ее всплесками.

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

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

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

Форма отчетности: отчет

Требования к отчету: зарисовать повреждения на разных породах с обозначением вида вредителя и его систематического положения. Составить таблицу, характеризующую биологию-

ческие особенности хвое-листогрызущих вредителей, с указанием их вида, повреждаемой породы, период питания, время лета, способ и место яйцекладки и окукливания, фазу и место зимовки, генерацию.

Задания для самостоятельной работы: изучить вредителей питомников, лесных культур, естественного возобновления и молодняков; хвое-листогрызущие насекомые.

Основная литература

1. Лесная энтомология: учебник / Е. Г. Мозолевская, А. В. Селиховкин, С. С. Ижевский и др. - 2-е изд., испр. - М.: Академия, 2011. - 416 с.

Дополнительная литература

1. Практикум по лесной энтомологии : учебное пособие для вузов/Под ред. Е.Г. Мозолевской. - М.: Академия, 2004. - 272 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие вредные насекомые встречаются в лесных питомниках?
2. Кто такие подгрызающие совки?
3. Как вредит деревьям сосновый подкорный клоп?
4. Кто такие побеговьюны и в чем их опасность?
5. Какие насекомые вредят в сосновых молодняках? В чем заключается их вред?
6. В чем заключаются различия в биологии рыжего и обыкновенного сосновых пилильщиков?
7. Кто такие смолевки? В чем их вредоносность?
8. Какие хвоегрызущие насекомые встречаются на сосне?
9. Какие хвоегрызущие насекомые встречаются на ели?
10. В чем сходство и различие соснового и сибирского шелкопряда?
11. Какие хвоегрызущие насекомые вредят в первой половине лета?
12. Какие листогрызущие насекомые вредят в первой половине лета?
13. Какие хвоегрызущие насекомые зимуют в фазе куколки?
14. Какие хвое- и листогрызущие насекомые зимуют в фазе гусеницы?
15. Какие хвое-листогрызущие насекомые зимуют в фазе яйца?
16. Кто такая монашенка? В чем заключается ее вред?
17. Какие пяденицы вредят листовым породам?
18. Кто такой непарный шелкопряд? В чем его вредоносность?
19. В чем сходство и различие сосновой совки и сосновой пяденицы?

Лабораторная работа №7. Короеды. Видовой состав и определение по взрослой стадии. Видовой состав и определение. Вредители цветочных растений и газонных трав

Цель работы: изучить видовой состав короедов.

Задание:

1. Определите до вида жуков-короедов, зарисуйте и опишите их отличительные признаки.
2. Определите повреждения и зарисуйте форму ходов короедов.
3. Ознакомьтесь с биологическими коллекциями короедов.

Порядок выполнения:

Короеды. Короеды (семейство Scolytidae, отряд жесткокрылые — Coleo- I ptera). Это широко распространенная в наших лесах группа стволовых вредителей. В России их насчитывается около 300 видов. Размеры жуков короедов небольшие (0,8 — 9 мм), цвет чаще всего коричневый, бурый или черный, у некоторых тропических видов надкрылья могут быть окрашенными или металлически блестящими. Личинки серпообразные, белые, с темной головой, безног.

Короеды делятся на два подсемейства. У жуков *подсемейства I Scolytinae* надкрылья почти горизонтальные, на вершине не загибаются круто вниз. Брюшко снизу, начиная со второго сегмента, скошено от основания к вершине. У жуков *подсемейства Iripinae* надкрылья на вершине круто загибаются вниз, образуя выпуклый, плоский или вдавленный скат. Брюшко снизу почти горизонтальное, иногда слегка скошено от основания к вершине. Нападая на ослабленные и усыхающие деревья, короеды проделывают в толще коры, лубе и в поверхностных слоях древесины сложные и разнообразные по форме ходы. Стенки ходов, расположенных в древесине, обычно черные - результат действия грибов-симбионтов.

Формы ходов короедов настолько характерны, что по ним можно почти всегда определить вид вредителя, не прибегая к рассмотрению самого насекомого. Свежие короедные ходы обычно наполнены мелкой буровой мукой. У входных отверстий на коре заселенного короедами дерева нередко образуются смоляные воронки (рис. 44 цв. вкл.) и скапливаются кучки буровой муки (рис. 45 ив. вкл.).

Размножение короедов в тканях древесных растений связано с построением определенной системы ходов. Классическая модель короедного хода включает входное отверстие (с выраженным или невыраженным входным каналом), маточный(ые) ход(ы) с яйцевыми колыбельками, личиночные ходы, заканчивающиеся куколочными колыбельками.

По образу жизни всех короедов разделяют на две группы: *моногамные* (однобрачные) и *полигамные* (многобрачные). У первых семья состоит из одного самца и одной самки, у вторых — из одного самца и нескольких самок.

Индивидуальные отличительные особенности строения и размеры ходов разных видов короедов связаны с биологическими особенностями жуков, плотностью популяции и условиями развития молодого поколения. Соответственно различают способы построения и формы ходов.

У моногамных короедов (многие лубоеды и заболонники) входное отверстие в коре прогрызает самка, спаривание жуков происходит в начале прогрызенного самкой входного канала. Иногда повторные спаривания жуков совершаются в маточном ходе или в особых его углублениях. Ходы моногамных короедов имеют форму поперечных и продольных каналов, скобок различной длины и ширины, реже площадок с отходящими от них личиночными ходами. Продольные ходы строят, например, большой сосновый лубоед (*Tomicus piniperda*), заболонники вязовый, или струйчатый (*Scolytus multistriatus*), и разрушитель (*S. scolytus*) и др.

Двухканальные (скобочные) ходы характеризуются разветвлением маточного хода в двух направлениях от входного канала или; брачной камеры. В большинстве случаев у ходов этого типа брачная камера отсутствует, а система представляет собой простую скобку, например у малого ясеневое лубоеда (*Hylesinus varmsm* малого соснового лубоеда (*Tomicus minor*) и др.

Звездчатая, радиальная или многоканальная система ходов характерна для полигамных короедов. Маточные ходы отходят от брачной камеры подобно лучам. Они могут быть прямыми, располагаясь в лубе, или изогнутыми вдоль или поперек волокон древесины, например у вершинного короеда (*Ips acumm* Шунц обыкновенного елового гравера

(*Pityogenes chalcographus*), короеда-микрографа (*Pityophthorus micrographus*) и др.

Так называемые лестничные ходы характерны для древесинников. Они расположены в трехмерном пространстве; имаго (или личинки) выгрызают личиночные камеры над или под яйцевой камерой, в которых личинки питаются мицелием и спорами грибов, например у полосатого древесинника (*Trypodendron lineatum*) и др.

Особый характер построения имеют ходы «пещерного» типа или семейные ходы. Они представляют собой полость, выгрызаемую в лубе и древесине деревьев, например у большого елового; лубоеда (*Deridroctonus niicans*), у короеда крифала (*Cryphatum saltuarius*) и др.

У некоторых видов короедов ходы представляют собой ответвления от ходов других короедов. Для проникновения под кору эти виды используют готовый входной канал или даже механическое повреждение коры, например короед крошка (*Crypturgus I cinereus*), часто образующий свои ходы от ходов сосновых лубоедов. Некоторые тропические короеды (виды рода *Amphicranus*) также пользуются для проникновения в дерево лестничными ходами древесинников рода *Corthylus*. Вытесняя потомство хозяина, личинки «захватчика» питаются мицелием и спорами грибов.

У полигамных короедов входное отверстие в коре прогрызает самец. Под корой или в ее толще он выгрызает неправильной I формы полость или площадку — брачную камеру. В нее последовательно проникает несколько самок. После спаривания каждая самка выгрызает отдельный маточный ход. Ходы полигамных короедов имеют звездообразную (брачная ка-

мера и отходящие от нее в стороны маточные ходы) или вильчатую формы (2 — 4 маточных I хода отходят вверх и вниз по стволу, образуя вилку). В названиях некоторых короедов нашли отражение сложное построение и причудливость форм ходов, напоминающих письма. К таким видам относятся короеды стенограф (*Ips sexdentatus*), типограф (*I. typographes*), полиграф (*Polygraphus polygraphus*) и др.

Ходы даже одного вида короедов могут сильно отличаться на I деревьях разного физиологического состояния и положения (стоящие или поваленные). На обратимо ослабленных деревьях у заболонников маточный ход сильно укорочен, количество яйцевых камер сильно сокращено, личиночные ходы изогнутые, укороченные, приближены к маточному ходу. На необратимо ослабленных и усыхающих деревьях маточный ход и личиночные ходы нормальной длины, а яйцевые камеры более или менее равномерно распределены вдоль маточного хода. У короедов, развивающихся на хвойных деревьях, существует связь между формой хода и местом поселения и развития потомства. В этом случае большую роль играет строение смолоносной системы хвойных пород. Так, у листовенничного продолговатого короеда (*Ips subelongatus*) в комлевой части ствола листовенниц ходы вильчатые, продольные, а в верхней части деревьев маточные ходы располагаются крестообразно. Направление ходов одного и того же вида короеда вдоль или поперек ствола на стоящих или поваленных, лежащих деревьях также изменяется, часто почти на противоположное. Знание этого обстоятельства помогает лесным специалистам определить: стоящее или срубленное дерево было заселено короедами. В своей замечательной книге «Загадка короедов» известный энтомолог И. Я. Шевырев рассказал, как это помогло выиграть судебный процесс несправедливо обвиненному в «лесной потраве» лесничему.

По бокам маточных ходов самки короедов выгрызают яйцевые камеры, куда откладывают яйца, залепляя камеры пробкой из мелких спрессованных: опилок. Вылупившиеся личинки грызут отдельные, постепенно расширяющиеся по мере роста личинок ходы, которые заканчиваются куколочной колыбелькой, где окуклившиеся личинки превращаются во взрослых жуков. Жуки отрождаются почти белыми, но постепенно темнеют, прогрызают вылетные круглые отверстия и вылетают для дополнительного питания или на зимовку. Вылетные отверстия короедов обычно очень многочисленны и напоминают пробитые мелкой дробью дырочки.

Короеды могут заселять дерево снизу доверху, начиная от корневых лап и кончая вершиной и тонкими ветвями, но при этом 1 каждый их вид постоянен в выборе пород и места поселения на стволе. Формы ходов и порядок их построения также постоянны для отдельных видов. В зависимости от плотности поселения короедов незначительно меняется длина маточного хода, его направление по отношению к оси ствола — от высоты положения на стволе и положения самого дерева. При изобилии корма и оптимальной плотности поселения короедов маточные ходы достигают максимальной длины, при высокой плотности поселения они становятся короче; например, ходы большого листовенничного короеда в комлевой части ствола продольные, а в средней и верхней частях — почти крестообразные из-за более высокой смолистости верхней части ствола.

Лёт жуков большей части видов короедов обычно начинается | весной, чаще всего он длится около месяца и заканчивается. Фаза яйца продолжается 10 — 14 дней, фаза личинки 15—20*1 куколки — 10—14 дней. Таким образом, весь жизненный цикл короедов завершается в 1,5 — 2 месяца. После завершения развития и перед заселением кормового растения молодые жуки проходят дополнительное питание, которое необходимо для полного развития их половой системы.

Большинство короедов дополнительно питается под корой де-й рева, где они выгрызают короткие ходы разнообразной формы, получившие название минирных. Некоторые виды, например сосновые лубоеды, выгрызают внутреннюю часть молодых побегов которые обламываются и падают на землю. Ряд заболонников питается сочным лубом в развилках веточек, а жуки короедов-корнежилков (род *Hylastes*) выгрызают площадки в коре и лубе и стволиках молодых сосен.

Необычно дополнительное питание у тропического короеда *Camptocerus aeneipennis*. По сообщению А. В. Петрова, этого вида выгрызают сквозные отверстия в листьях растения.

Сами жуки имеют яркие блестящие надкрылья.

Генерация короедов чаще всего однолетняя, очень редко двухлетняя (короед-дендроктон), у многих видов в теплое лето может быть двойная, а на юге и тройная. Разнообразны и места зимовок короедов. Например, жуки большого соснового и большого ясеневое лубоедов зимуют в толще коры у основания ствола дерева в коротких минирных ходах или в лесной подстилке. При двойной генерации у многих видов (типограф, гравер и др.) под корой деревьев зимуют личинки, куколки и молодые жуки.

Форма отчетности: отчет

Требования к отчету: описать отличительные признаки жуков-короедов, зарисовать форму ходов короедов.

Задания для самостоятельной работы: проработать материал по темам: ствольные вредители; семейство короедов.

Основная литература

1. Лесная энтомология: учебник / Е. Г. Мозолевская, А. В. Селиховкин, С. С. Ижевский и др. - 2-е изд., испр. - М.: Академия, 2011. - 416 с.

Дополнительная литература

1. Практикум по лесной энтомологии : учебное пособие для вузов/Под ред. Е.Г. Мозолевской. - М.: Академия, 2004. - 272 с.

2. Ижевский, С.С. Словарь-справочник по биологической защите растений от вредителей: Биология, экология, применение полезных насекомых и клещей: учебное пособие для вузов / С. С. Ижевский. - М.: Академия, 2003. - 208 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. В чем особенности биологии короедов?
2. Как строится моногамная семья короедов?
3. Как строится полигамная семья короедов?
4. Как строится короедная семья?
5. Какие короеды вредят ели?
6. Какие короеды вредят сосне?
7. В чем отличие лубоедов от собственно короедов?
8. Где зимуют короеды?
9. Что способствует заселению деревьев короедами?
10. Какие короеды полигамны?
11. Какие короеды моногамны?
12. Как распределяются короеды по высоте ствола?

Лабораторная работа №8. Использование химических и биологических средств для защиты растений от патогенов.

Цель работы: Ознакомиться с использованием химических и биологических средств для защиты растений от патогенов.

Оборудование и материалы: Чашки Петри, чашки Коха, микроскопы

Задание: 1. Сделать конспект по основным химическим и биологическим средствам защиты растений от патогенов и и вредителей.

2. Научиться готовить препараты разной токсичности.

Теоретическая часть:

Химические методы защиты леса. Химическая защита растений основа на применении в борьбе с вредными организмами химических веществ, способных уничтожить или прекращать их развитие. Обобщенное название различных химических средств защиты растений – *пестициды* (от лат. pestis- вред, разрушение, side – убиваю). Особенностью пестицидов является их токсичность – свойство в малых количествах нарушать нормальную жизнедеятельность организма и вызывать его гибель. Наука, занимающаяся изучением ядов и их действия на организм, называется токсикологией (от лат. toxicon- яд, logos- учение).

Мерой токсичности является доза, т.е. количество вещества, достаточное для отравления организма. Дозу выражают в единицах веса яда по отношению к организму в целом или к единице веса его тела в мг/г или г/кг. Степень опасности пестицидов для организмов характеризуется летальной (смертельной), сублетальной и пороговой дозами.

Летальная доза (ЛД) – наименьшее количество пестицида, вызывающее в организме

необратимые изменения, приводящие его к гибели.

Сублетальная доза вызывает значительные изменения в организме, нарушая его жизнедеятельность, но не приводит его к гибели.

Пороговая доза вызывает незначительные (обычно обратимые) изменения в жизнедеятельности организма при отсутствии внешних признаков отравления.

Точное установление токсической дозы пестицида для отдельно взятого организма невозможно из-за различной индивидуальной чувствительности к пестицидам. Поэтому в практике о токсичности судят по усредненной характеристике, чаще всего по дозам, вызывающим 50%-ный эффект, - *среднелетальным дозам (ЛД50)*.

Токсичность зависит от целого ряда факторов, главнейшими из которых являются свойства самих пестицидов, биологические особенности организмов и влияние условий окружающей среды.

В химической защите растений яд рассматривается и определяется как *действующее вещество*, или *действующее начало*. В состав пестицидов, кроме действующего вещества, входят вспомогательные вещества, или ингредиенты (наполнители, растворители, смачиватели и др.), предназначенные для улучшения физических свойств рабочих составов.

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 иногда под концентрацией понимают содержание не действующего начала, а исходного вещества, из которого готовится рабочий раствор. Например, 5%-ная эмульсия 8%-ного концентрата хлорофоса.

Норма расхода - это количества действующего вещества или рабочего состава, расходуемого на единицу площади (кв. м, га) или на отдельный объект (ветвь, дерево).

Расход пестицидного препарата определяется концентрацией действующего вещества в рабочем составе. Более высокая концентрация позволяет применять меньшие нормы расхода рабочего состава.

Пестициды обладают различной физиологической активностью и в зависимости от физико-химических свойств, доз, способов и сроков применения могут оказывать фитотоксическое или стимулирующее действие на защищаемые растения.

Фитотоксичность - это способность пестицидов оказывать токсическое(отравляющее) воздействие на растение. Она проявляется при неправильном применении пестицидов, когда нарушается технология обработки растений или завышаются допустимые концентрации рабочих составов. Отравляющее действие пестицидов проявляется чаще всего в виде ожогов листьев, на которых появляются бурые и коричневые пятна.

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 растение и стимулирующее влияние, что приводит к усилению роста, увеличению плодоношения, повышению устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. Стимуляция жизнедеятельности растений обычно вызывается минимальными дозами пестицидов.

В борьбе с возбудителями болезней пестициды применяют различными способами: опыливанием, опрыскиванием, фумигацией (газацией) и др.

Опыливание - это нанесение фунгицида в пылевидном состоянии на обрабатываемые растения с помощью специальных аппаратов- опыливателей. Для опыливания обычно используются готовые заводские препараты, исключается дополнительная работа по приготовлению рабочих составов. Недостатками этого метода являются большой расход препарата, сильное запыление воздуха в рабочей зоне, снос пылевого облака ветром, смывание препарата атмосферными осадками.

Опрыскивание - нанесение фунгицидного раствора в капельно - жидком состоянии с помощью специальных аппаратов - опрыскивателей.

Преимуществами данного метода являются: равномерное распределение и хорошее покрытие обрабатываемых растений при малой норме расхода действующего вещества; обеспечение хорошей удерживаемости фунгицидов на обрабатываемых растениях; возможность применения комбинированных препаратов. Недостатком опрыскивания является неко-

торая сложность приготовления рабочих растворов, порча аппаратуры в результате коррозии.

Фумигация пестицидом – введение пестицида в паро- или газообразном состоянии в среду обитания вредного организма.

Достоинством применения данного метода является возможность применения борьбы с вредными организмами, обитающими в малодоступных местах (почве, подвалах щелях, и т.д.).

Биологические методы защиты леса. Биологические методы борьбы с возбудителями болезней основаны на существовании в природе антагонистических взаимоотношений между различными видами организмов. При этом используются не только микроорганизмы, но и продукты их жизнедеятельности. Биометод занимает важное место в системе интегрированной защиты леса от вредителей и болезней.

В связи с возрастающими проблемами загрязнения окружающей среды биологическому методу защиты растений в последние годы уделяется всё большее внимание. Применение биометода уменьшает негативное воздействие на биосферу различных пестицидов. Нужно отметить, что в борьбе с болезнями древесных пород биологический метод пока применяется весьма ограниченно.

Важным направлением в разработке биологических методов борьбы с возбудителями болезней леса является использование грибов - антагонистов, подавляющих развитие патогенов или вызывающих их гибель. Установлено, что обитающие в почве грибы р. *Trichoderma* являются антагонистами некоторых болезней древесных пород. Например, *T. lignorum* подавляет развитие возбудителей полегания и корневой гнили.

Перспективным является применение для обработки пней дереворазрушающих *грибов-антагонистов* – пневых конкурентов: *Peniophora gigantea*, *Hirschioporus abietinus*, *Fomitopsis pinicola* и др. Эти виды грибов- сапротрофов быстро развиваются в древесине пней и не допускают или ограничивают развитие корневой гнили.

Большой практический интерес представляет использование грибов - микоризообразователей и ризосферных организмов (бактерий, грибов, актиномицетов), обладающих высокой антагонистической активностью по отношению к патогенным грибам.

Средства защиты леса от болезней и повреждений. Большинство применяемых химических средств защиты растений в той или иной степени токсично для теплокровных животных и человека. В зависимости от токсичности и степени опасности для теплокровных животных создана гигиеническая классификация пестицидов в целом. Она основана на токсическом воздействии пестицидов на животных и определяется в мг на 1 кг живой массы тела. По этому принципу пестициды делятся на четыре группы:

Сильнодействующие ядовитые вещества	ЛД50-до 50 мг/кг,
Высокотоксичные	ЛД50-50-200 мг/кг
Среднетоксичные	ЛД50- 200-1000 мг/кг
Малотоксичные	ЛД50- более 1000 мг/кг

Использование сильнодействующих и высокотоксичных пестицидов в лесном хозяйстве ежегодно уменьшается, поскольку работа с ними требует особых мер предосторожности, аккуратности и высокой профессиональной подготовки специалистов.

По объектам применения пестициды делятся на следующие группы: *инсектициды* – для борьбы с насекомыми; *акарициды*- для борьбы с растительноядными клещами; *нематоциды*- для борьбы с нематодами; *моллюскоциды* – для борьбы с моллюсками; *фунгициды*- для борьбы с фитопатогенными грибами; *бактерициды*- для борьбы с фитопатогенными бактериями; *зооциды*- для борьбы с теплокровными животными; *гербициды*- для борьбы с сорной растительностью; *арборициды* - для борьбы с древесной растительностью; *альгициды*- для борьбы с водорослями.

К фунгицидам относятся органические и неорганические вещества, обладающие фунгицидным действием. Из всех перечисленных выше групп пестицидов фунгициды наименее токсичны для человека и теплокровных животных. Большинство фунгицидов не оказывает отрицательного действия на защищаемые растения, а, наоборот, стимулирует их рост и развитие. По характеру действия на возбудителя болезни фунгициды делят на профилактические (защитные) и лечебные (искореняющие).

Профилактические фунгициды воздействуют на возбудителя до того, как произойдет заражение, и предотвращают развитие болезни, но не способны уничтожить возбудителей, уже внедрившихся в растительные органы и ткани. Они подавляют в основном репродуктивные органы возбудителей болезней и воздействуют на них в месте инфекции до заражения растения.

Лечебные фунгициды влияют на вегетативные, репродуктивные органы возбудителей болезней, а так же на их зимующие стадии, вызывая угнетение или гибель патогенна после того, как произошло заражение растения. Эффективность лечебных фунгицидов зависит от времени, прошедшего с момента внедрения возбудителя в ткани растения до начала обработки фунгицидами.

По характеру распределения фунгицидов в растении их подразделяют на фунгициды контактного действия и системные фунгициды.

Контактные фунгициды не проникают в растение, а оставаясь на его поверхности, действуют на возбудителя болезни при непосредственном контакте. К этой группе относятся большинство применяющихся в настоящее время фунгицидов. Продолжительность действия контактных фунгицидов определяется временем нахождения их на поверхности растений и зависит от метеорологических условий.

Системные фунгициды – это соединения, которые усваиваются растением, перемещаются в нем и в концентрациях, не причиняющих вреда растениям, предупреждают заражение всего растения или уничтожают уже внедрившихся в него возбудителей болезней. Продолжительность действия системных фунгицидов в меньшей степени зависит от метеорологических условий и в основном определяется скоростью и характером их метаболизма.

В зависимости от целевого назначения фунгициды делятся на несколько групп.

Протравители семян - химические вещества, используемые для обработки семян в целях их защиты от инфекции.

Фунгициды для обработки почвы - препараты, используемые для внесения в почву с целью обеззараживания ее от вредных микроорганизмов. Особенно эффективны для этих целей соединения с высокой летучестью.

Фунгициды для обработки растений в период покоя – препараты, обладающие контактным искореняющим действием, уничтожающие зимующие стадии возбудителей болезней. Их применяют рано весной, до распускания почек или поздней осенью, т. к. в период вегетации могут повредить зеленые растения.

Фунгициды для обработки растений в период вегетации – препараты, используемые в период роста и развития растений.

Токсическое действие фунгицидов на грибы обуславливается разными причинами. Большее значение имеет степень электролитической диссоциации молекул химических препаратов. Установлено, что с увеличением степени диссоциации повышается токсичность фунгицида, а любое вещество, поглощающее свободные ионы или активные недиссоциированные молекулы, наоборот, снижает токсичность препарата.

Токсичность некоторых органических фунгицидов обусловлена коагуляцией или разрушением ими белков цитоплазмы, инактивированием витаминов, нарушением окислительно-восстановительных процессов, связыванием ферментов, в результате чего нарушается обмен веществ возбудителя болезни.

Определенное значение, обуславливающее токсичность ядов, имеет величина и форма их частиц: с ее увеличением ускоряется действие препарата вследствие большой площади соприкосновения его частиц с цитоплазмой гиф и спор грибов.

Применение фунгицидов в высоких концентрациях может вредно влиять на защищаемые растения. Для установления оптимальной концентрации фунгицидов, губительно действующей на возбудителя болезни и безопасной для растений, пользуются хемотерапевтическим индексом, который выражает отношение минимальной дозы яда, убивающей возбудителя болезни с, к максимальной дозе, безвредной для растения t: с/t. Чем меньше этот индекс, тем выше качество фунгицида.

По химическому составу фунгициды делятся на следующие группы: медьсодержащие соединения, препараты группы серы, соединения ртути, производные дитиокарбаминовой кислоты, нитрофенолы, комбинированные фунгициды, препараты сборной группы и систем-

ные фунгициды.

Медьсодержащие соединения. Сюда входят органические и неорганические соединения меди, обладающие защитным действием. Фунгицидное действие препаратов этой группы связано с адсорбционной способностью протоплазмы клеток грибов. Споры грибов адсорбируют медь из раствора, нарушая его равновесие. Вследствие этого новая порция меди переходит в растворимое состояние и вновь поглощается спорами. Соединения меди мало- и среднетоксичны для человека и теплокровных животных.

Медный купорос представляет собой кристаллы синего цвета, хорошо растворимые в воде. В 0,5 %-ной концентрации вызывает ожоги растений, поэтому его применяют для опрыскивания ранней весной, до появления листьев. Препарат используется для борьбы с паршой плодовых деревьев и для дезинфекции ран.

Бордоская жидкость получается путем смешивания раствора медного купороса с известковым молоком. Для приготовления 100 л 1 %-ной бордоской жидкости берут 1 кг негашеной извести и 1 кг медного купороса. Известь гасят небольшим количеством воды, тщательно размешивают и добавляют воду до 50 литров. В другой посуде (неметаллической) растворяют медный купорос в 50 л подогретой воды. Затем раствор медного купороса тонкой струей вливают в известковое молоко. Эта суспензия достаточно стабильна и обладает хорошей прилипаемостью. При вливании известкового молока в раствор медного купороса реакция протекает в кислой среде, а твердые частицы получаются более крупными. Такая бордоская жидкость менее стабильна и обладает меньшей прилипаемостью. Для определения реакции полученной суспензии используют синюю лакмусовую бумажку или очищенный железный предмет (лучше длинный гвоздь).

Если полученная суспензия имеет щелочную реакцию, то синяя лакмусовая бумажка не покраснеет, а на железном предмете не должен образоваться налет меди. В противном случае к бордоской жидкости необходимо добавить известь до получения нейтральной или слабощелочной реакции.

Бордоскую жидкость готовят непосредственно перед употреблением. При длительном стоянии образуются быстро оседающие кристаллы, плохо прилипающие и удерживающиеся на поверхности обрабатываемых растений. Бордоскую жидкость широко применяют против ржавчинных болезней, болезней типа шютте и различных пятнистостей листьев.

Хлорокись меди представляет собой 90 %-ный смачивающийся порошок голубовато-зеленого цвета, образующий с водой стабильную суспензию. Применяют в борьбе с ржавчинной листвой и хвоей.

Препараты группы серы. В эту группу входят элементарная сера, органические и неорганические соединения серы. Механизм действия препаратов этой группы различен и зависит от их состава. Соединения серы нефитотоксичны. Они широко применяются в лесном хозяйстве для борьбы со многими болезнями (шютте, мучнистой росой и т.д.). Для человека и теплокровных животных малотоксичны.

Молотая сера получается размалыванием комовой серы и представляет собой тонкий порошок светло-желтого цвета, содержащий 95-99 % элементарной серы. Ее применяют способом опыливания в борьбе с мучнистой росой. Для достижения более равномерного распределения по поверхности листьев и лучшей прилипаемости к ней добавляют или дождевую пыль.

Коллоидная сера – получается путем очистки газов от сероводорода, представляет собой смачивающийся порошок серовато-желтого цвета, содержащий 90-95% элементарной серы. При хранении слеживается в комки, которые перед применением следует тщательно растереть. используется в виде водной суспензии для борьбы с болезнями типа шютте, мучнистой росы.

Известково-серный отвар (ИСО) получают кипячением смеси молотой серы и известкового молока. Для его приготовления берут 1 часть негашеной извести, 2 части молотой серы и 17 частей воды. Сначала в небольшом количестве воды гасят известь. Затем серу смешивают с известью, доливают оставшееся количество воды, отмечают уровень жидкости и кипятят её в течении 70 мин. По мере выкипания добавляют воду до отмеченного уровня. Готовый известково-серный отвар представляет собой прозрачную жидкость вишнево-красного цвета. При опрыскиваниях чаще всего применяют раствор крепкостью 0,5-1 ° по Боме.

Плотность полученного маточного раствора определяют с помощью ареометра. Пользуясь соответствующей таблицей (она имеется во всех справочниках по химзащите), полученный раствор разбавляют водой до нужной концентрации.

Известково-серный отвар следует готовить непосредственно перед употреблением. Его применяют с мучнистой росой и болезнями типа шютте.

Производные дитиокарбаминовой кислоты. Препараты этой группы являются фунгицидами защитного действия. Большинство производных дитиокарбаминовой кислоты положительно влияют на рост и развитие растений. Для человека и теплокровных животных они малотоксичны.

ТМТД – действующее вещество – цинковая соль этиленбисдитиокарбаминовой кислоты. Выпускается в виде 50 и 80% смачивающего порошка светло-серого или желтоватого цвета. Применяют для протравливания семян и почвы против полегания.

Цинеб – действующее вещество – цинковая соль этиленбисдитиокарбаминовой кислоты. Выпускается в виде 80%-ного порошка серого или желто-серого цвета. С водой образует стабильные суспензии. Применяется для борьбы с болезнями типа шютте, ржавчиной и т.д.

Поликарбацин выпускается в виде смачивающего порошка светло-желтого цвета, содержащего 75% действующего вещества (цинеб и полиэтилентиурамидисульфид цинка). Применяют в виде водной суспензии для борьбы с шютте, ржавчиной побегов сосны и другими болезнями.

Препараты сборной группы. К этой группе относят фунгициды, которые отличаются по химическому составу и не входят в перечисленные выше группы.

Железный купорос – кристаллы зеленого цвета, хорошо растворимые в воде. Препарат фитотоксичен, что ограничивает его применение. Его применяют для борьбы с деформацией листьев и плодов в ранне-весенний период до распускания почек. Для человека и теплокровных животных малотоксичен.

Системные фунгициды. Беномил выпускается в США в виде 50%-ного смачивающегося порошка желто-белого цвета. Применяют для протравливания семян хвойных пород, в борьбе против полегания сеянцев, снежного и обыкновенного шютте сосны.

Фундазол – венгерский аналог беномила. Препарат выпускают в виде 50%-ного смачивающегося порошка желтовато-белого цвета, растворимого в воде. Применяют для протравливания семян хвойных пород в борьбе с полеганием сеянцев.

Топсин-М (тиофонат-метил) относят к производным тиомочевины. Выпускают в виде 70%-ного смачивающегося порошка. Применяют для борьбы со снежным, обыкновенным шютте сосны шютте лиственницы. Препарат малотоксичен для человека теплокровных животных.

Байлетон относят к гетероциклическим соединениям. Выпускается в виде 5% и 25%-ного смачивающихся порошков. Рекомендуются для борьбы с полеганием всходов, обыкновенным и снежным шютте сосны, мучнистой росы. Препарат не фитотоксичен. Для человека и теплокровных животных среднетоксичен.

Витавакс (карбоксин). Относится к группе углеводов, альдегидов и их производных. Выпускают в форме 75%-ного смачивающегося порошка. Рекомендован для борьбы с полеганием всходов. Для человека и теплокровных животных среднетоксичен.

Из биологических препаратов в лесном хозяйстве наиболее широкое применение в борьбе с возбудителями болезней получили антибиотики.

В качестве биологических средств защиты растений в лесном хозяйстве применяются следующие антибиотики и антибиотические вещества.

Фитоспорин-М продуцируется бактерией *Bacillus subtilis*. Применяется для предпосевной обработки семян против плесневения и гнили. Препарат используется также для борьбы с мучнистой росой, ржавчиной и фузариозной корневой гнилью сеянцев.

Бактофит продуцируется бактерией *Bacillus subtilis* штамм ИПМ 215. Применяется при борьбе с мучнистой росой, корневыми гнилями, полеганием всходов, бактериозами.

Триходермин продуцируется грибом *Trichoderma lignorum* (Т. Viride) при разведении на различных жидких и твердых (зерно, мякина, торф) питательных средах. Используется для борьбы с возбудителями фузариозного полегания всходов, гнили корней, вызываемой опенком, для биологической защиты древесины от дереворазрушающих грибов. Вносится в

почву в виде культуры гриба на торфе вместе с семенами или под больные деревья

Трихоцетин продуцируется грибом *Trichothecium roseum*. Применяется для борьбы с вертициллиозным увяданием хлопка, против монилиальной гнили вишни.

Гризеофульвин продуцируется грибами *Penicillium griseofulvum* и *P. Janczewskii*. Эффективен против возбудителей болезней из класса сумчатых, базидиальных и несовершенных грибов. Антибиотик хорошо всасывается корнями растений, распространяется в тканях и сохраняет защитные функции в течение нескольких недель. Используется для борьбы с мучнистой росой цветочных растений, против серой гнили, вызываемой грибами рода *Botrytis*. Применяется для опрыскивания растений в 0,015- 0,02 %-ных растворах.

Нистатин и его натриевая соль являются противомикоризным средством. Опытное применение в виде растворов и мази для лечения крыжовника от мучнистой росы, лиственницы – от язвенного рака, тополя – от некротических заболеваний коры дало положительные результаты.

Стрептомицин продуцируется актиномицетами из рода *Streptomyces*. Применяется против бактериальных и грибных болезней древесных растений (например, для лечения бактериального ожога плодовых деревьев).

Экстракт наростов чаги (*Inonotus obliquus*) обладает фунгистатическим действием в отношении грибов рода *Fusarium*. Может применяться для стерилизации семян сосны и др.

В борьбе с полеганием всходов и сеянцев хвойных пород эффективными оказались антибиотики фитобактериомицин, фитоловин. Кроме того, высокий антагонистической активностью к возбудителям полегания обладают антибиотики, продуцируемые некоторыми трутовыми грибами: окаймленным, ложным, настоящим и др. трутовиками.

Установлено, что некоторые биологически активные вещества, синтезируемые лесными растениями могут стимулировать или ингибировать рост патогенных грибов и бактерий. Например, фитонциды, выделяемые черемухой обыкновенной, караганой древовидной, смородиной черной, лютиком едким, пижмой обыкновенной, геранью луговой оказывают ингибирующее действие на корневую губку.

Форма отчетности: отчет

Требования к отчету: Составить конспект в произвольной форме по основным химическим и биологическим средствам защиты растений от патогенов и вредителей.

Задания для самостоятельной работы: изучить методы и способы защиты растений от болезней и вредителей.

Основная литература

1. Лесная энтомология: учебник / Е. Г. Мозолевская, А. В. Селиховкин, С. С. Ижевский и др. - 2-е изд., испр. - М.: Академия, 2011. - 416 с.

Дополнительная литература

1. Практикум по лесной энтомологии : учебное пособие для вузов/Под ред. Е.Г. Мозолевской. - М.: Академия, 2004. - 272 с.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Химические методы защиты леса
2. Фитотоксичность - это
3. Биологические методы защиты леса
4. По химическому составу фунгициды делятся на какие группы?
5. Средства защиты леса от болезней и повреждений.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Информационно-коммуникативные технологии (ИКТ) преподаватель использует для:
- получения информации при подготовке к занятиям;

- создания презентационного сопровождения лекционных занятий;
- работы в электронной информационной среде;
- ОС Windows 7 Professional;
- Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

<i>Вид занятия (Лк, ЛР, СР)</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ Лк, ЛР</i>
1	3	4	5
Лк	Комплексная лаборатория лесного хозяйства, таксации леса и древесиноведения	ноутбук	Лк № 2.1-2.3
ЛР	Комплексная лаборатория биологии и дендрологии	микроскопы мультимедийный проектор	ЛР № 1-4 ЛР № 5-7
СР	кафедра ВиПЛР ЧЗ1		

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)

№ компетенции	Элемент компетенции	Раздел	Тема	ФОС
ОПК-2	понимание роли основных компонентов урбо-экосистем в формировании объектов ландшафтной архитектуры в различных климатических, географических условиях с учетом техногенной нагрузки	1. Типы болезней. Возбудители инфекционных болезней растений и насаждений: их систематика и биологические особенности. Характеристика важнейших неинфекционных и инфекционных болезней растений в лесах и на объектах озеленения	1.1 Грибы как возбудители болезней. Систематика грибов	экзаменационные вопросы: №1-8
			1.2 Бактерии, вирусы, фитонематоды, паразитические цветковые растения, их патогенность и меры борьбы с ними.	экзаменационные вопросы: № 9- 14
ПК-2	готовность назначать и проводить мероприятия по содержанию объектов ландшафтной архитектуры	3. Методы и система мероприятий и технология защиты растений от болезней и вредителей.	3.1 Классификация методов защиты растений от болезней и вредителей по их направленности, средствам и технологии.	экзаменационные вопросы: №15-19
ПК-3	готовность реализовывать технологии выращивания посадочного материала: декоративных деревьев и кустарников, цветочных культур, газонов в открытом и закрытом грунте	2. Вредители растений, систематика, биология, экология, вредоносность главных эколого-хозяйственных групп и видов вредителей леса и насаждений на объектах озеленения.	2.1 Основные понятия морфологии, анатомии и физиологии насекомых. Внешнее строение насекомых. Сегментация тела. Голова, грудь, брюшко и их придатки. Наружный скелет. Кожные покровы, мышечная система, полость тела. Органы пищеварения. Механическая и химическая переработка пищи. Переваривание насекомыми древесины. Кровеносная система. Органы и процесс дыхания. Органы выделения. Нервная система. Органы чувств. Половая система, плодовитость и размножение насекомых. Развитие насекомых. Метаморфоз. Жизненный цикл насекомых. Диапауза	экзаменационные вопросы: № 20-28
ПК-13	готовность провести эксперимент по заданной методике, проанализировать полученные результаты	2. Вредители растений, систематика, биология, экология, вредоносность главных эколого-хозяйственных групп и видов вредителей леса и насаждений на объектах озеленения.	2.2 Состав группы вредителей растений. Вредители плодов и семян древесных растений. Вредители всходов и семян питомников, лесных культур, естественного возобновления и молодняков. Комплекс почвенных насекомых.	экзаменационные вопросы: №29-33

			2.3. Членистоногие филофаги в зеленых насаждениях города, состав и структура комплекса, их распространение и роль. Хвое-и листогрызущие вредители. Стволовые вредители. Семейство короеды. Вредители цветочных культур открытого грунта. Вредители основных цветочных культур защищенного грунта. Вредители газонных трав.	
--	--	--	--	--

2. Экзаменационные вопросы

№ п/п	Компетенции		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела
	Код	Определение		
1	2	3	4	5
1	ОПК-2	понимание роли основных компонентов урбоэкосистем в формировании объектов ландшафтной архитектуры в различных климатических, географических условиях с учетом техногенной нагрузки	<p>1. Типы болезней древесных пород</p> <p>2. Симптомы болезней древесных пород</p> <p>3. Грибы как возбудители болезней.</p> <p>4. Систематика грибов.</p> <p>5. Особенности оомицетов, цикл их развития, вызываемые типы болезней растений. Способы сохранения инфекции.</p> <p>6. Зигомицеты, их особенности, возбудители плесени.</p> <p>7. Особенности развития сумчатых грибов, их бесполое stadium, роль в заражении растений, типы вызываемых заболеваний. Паразитизм.</p> <p>8. Биология базидиальных грибов, особенности их паразитизма, роль в лесных экосистемах.</p> <p>9. Бактерии, их патогенность и меры борьбы с ними.</p> <p>10. Вирусы, их патогенность и меры борьбы с ними.</p> <p>11. Фитонематоды, их патогенность и меры борьбы с ними.</p> <p>12. Паразитические цветковые растения, их патогенность и меры борьбы с ними</p> <p>13. Типы вирусных болезней</p> <p>14. Типы бактериальных болезней</p>	1. Типы болезней. Возбудители инфекционных болезней растений и насаждений: их систематика и биологические особенности. Характеристика важнейших неинфекционных и инфекционных болезней растений в лесах и на объектах озеленения
2	ПК-2	готовность назначать и проводить мероприятия по содержанию объектов ландшафтной архитектуры	<p>15. Классификация методов защиты растений от болезней по их направленности, средствам и технологии.</p> <p>16. Надзор за проявлением и распространением болезней леса.</p> <p>17. Карантин растений.</p> <p>18. Методы защиты растений.</p> <p>19. Система профилактики с болезнями растений</p>	3. Методы и система мероприятий и технология защиты растений от болезней и вредителей.
3	ПК-3	готовность реализовывать технологии выращивания посадочного материала: декоративных деревьев и кустарников, цветочных культур	<p>20. Классификация насекомых.</p> <p>21. Внешнее строение насекомых</p> <p>22. Внутреннее строение насекомых</p> <p>23. Кровеносная система</p> <p>24. Органы и процесс дыхания</p> <p>25. Органы выделения</p>	2. Вредители растений, систематика, биология, экология, вредоносность главных эколого-хозяйственных

		тур, газонов в открытом и закрытом грунте	26. Нервная система. Органы чувств 27 Половая система насекомых 28.. Жизненный цикл насекомых. Диапауза	групп и видов вредителей леса и насаждений на объектах озеленения.
4	ПК-13	готовность провести эксперимент по заданной методике, проанализировать полученные результаты	29.. Комплекс почвенных насекомых. 30. Вредители плодов и семян древесных растений. 31. Вредители всходов и сеянцев питомников, лесных культур, естественного возобновления и молодняков. 32.Хвое-и листогрызущие вредители. 33. Стволовые вредители. Семейство короеды.	2. Вредители растений, систематика, биология, экология, вредоносность главных эколого-хозяйственных групп и видов вредителей леса и насаждений на объектах озеленения.

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<p>Знать: ОПК-2 – основные компоненты урбоэкосистем в формировании объектов ландшафтной архитектуры; ПК-2 – мероприятия по содержанию объектов ландшафтной архитектуры; ПК-3 – технологии выращивания посадочного материала: декоративных деревьев и кустарников, цветочных культур, газонов в открытом и закрытом грунте; ПК-13 – методики проведения мероприятий по защите растений;</p> <p>Уметь: ОПК-2 –использовать компоненты урбоэкосистем в формировании объектов ландшафтной архитектуры в различных климатических, географических условиях с учетом техногенной нагрузки; ПК-2 – назначать и проводить мероприятия по содержанию объектов ландшафтной архитектуры; ПК-3 уметь: – реализовывать технологии выращивания посадочного материала: декоративных деревьев и кустарников, цветочных культур, газонов в открытом и закрытом грунте; ПК-13 – проводить эксперимент по</p>	отлично	Оценка «5» «отлично» выставляется обучающимся, обнаружившим всестороннее знание теоретических основ дисциплины, в частности знание названий основных видов вредных патогенов и вредителей растений; методов наблюдения, описания, идентификации, классификации объектов .
	хорошо	Оценка «4» («хорошо») выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по теоретическим основам дисциплины и успешно выполнившим предусмотренные программой задачи, в частности умение определять систематическую принадлежность фитопатогенных грибов, вирусов, бактерий и вредителей растений.
	удовлетворительно	Оценка «3» («удовлетворительно») выставляется обучающимся, обладающим необходимыми знаниями, но допустившим неточности при выполнении заданий
	неудовлетворительно	Оценка «2» («неудовлетворительно») выставляется обучающимся, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий

<p>заданной методике, проанализировать полученные результаты;</p> <p>Владеть: ОПК-2 пониманием роли основных компонентов урбоэкосистем в формировании объектов ландшафтной архитектуры в различных климатических, географических условиях с учетом техногенной нагрузки;</p> <p>ПК-2 – приемами и способами по содержанию объектов ландшафтной архитектуры.</p> <p>ПК-3 – приемами и способами реализовывать технологии выращивания посадочного материала: декоративных деревьев и кустарников, цветочных культур, газонов в открытом и закрытом грунте</p> <p>ПК-13 – готовностью проведения эксперимента по заданной методике.</p>		
---	--	--

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Дисциплина Защита растений направлена на ознакомление с основными типами болезней растений и видовым составом вредителей..

Изучение дисциплины предусматривает:

- лекции,
- лабораторные работы,
- самостоятельную работу,
- экзамен.

В ходе освоения раздела 1. Типы болезней. Возбудители инфекционных болезней растений и насаждений: их систематика и биологические особенности. Характеристика важнейших неинфекционных и инфекционных болезней растений в лесах и на объектах озеленения. - изучение полной систематики грибов; болезней плодов, семян, всходов, молодняков, некрозно-раковые и гнилевые болезни растений. 2. Вредители растений, систематика, биология, экология, вредоносность главнейших эколого-хозяйственных групп и видов вредителей леса и насаждений на объектах озеленения - знакомство с основными видами вредителей растений. 3 - Методы и система мероприятий и технология защиты растений от болезней и вредителей - рассмотрены методы и системы борьбы с патогенами и вредителями, а также вопросы защиты лесов от болезней

При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: грибы как возбудители болезней растений; болезни плодов и семян; болезни молодняков; раковые болезни леса; сосудистые и некрозные болезни леса; фитопатогенные бактерии, вирусы, нематоды и цветковые паразиты, основные виды вредителей растений.

В процессе проведения лабораторных работ происходит знакомство с основами типами болезней растений и главнейшими видами вредителей.

Самостоятельную работу необходимо начинать с умения пользоваться библиотечным фондом вуза.

В процессе консультации с преподавателем уметь корректно задавать вопросы.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий (в виде лекций, лабораторных работ) в сочетании с внеаудиторной работой.

АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины Защита растений

1. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является: ознакомление обучающихся с главнейшими группами и видами возбудителей болезней древесных пород, их ролью в ухудшении состояния, снижении устойчивости, средозащитных и санитарно-гигиенических свойств и функций и продуктивности лесов и декоративных насаждений в городах, а также с главнейшими группами и видами вредителей лесных декоративных растений, их ролью в лесах и в объектах озеленения

Задачей изучения дисциплины является: овладение практическими и теоретическими знаниями, необходимыми для диагностики состояния древостоев и причин поражения растений в зеленых насаждениях, определения размера ущерба и целесообразности применения профилактических и защитных мер, выбора методов и средств оздоровления насаждений и активной борьбы с патогенами; ознакомление бакалавров с необходимыми теоретическими и практическими знаниями в области лесной энтомологии, необходимыми для научного обоснования и практической реализации мероприятий по защите леса от вредителей

2. Структура дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости по отдельным видам учебных занятий, включая самостоятельную работу: Лк-17 часов; ЛБ- 34 часа; СР -57 часов.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 144 часа, 4 зачетные единицы

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Типы болезней. Возбудители инфекционных болезней растений и насаждений: их систематика и биологические особенности. Характеристика важнейших неинфекционных и инфекционных болезней растений в лесах и на объектах озеленения
- 2 – Вредители растений, систематика, биология, экология, вредоносность главнейших эколого-хозяйственных групп и видов вредителей леса и насаждений на объектах озеленения.
- 3 – Методы и система мероприятий, и технология защиты растений от болезней и вредителей.

3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК -2 - понимание роли основных компонентов урбоэкосистем в формировании объектов ландшафтной архитектуры в различных климатических, географических условиях с учетом техногенной нагрузки;
- ПК-2 - готовность назначать и проводить мероприятия по содержанию объектов ландшафтной архитектуры;
- ПК-3 - готовность реализовывать технологии выращивания посадочного материала: декоративных деревьев и кустарников, цветочных культур, газонов в открытом и закрытом грунте;
- ПК-13 - готовность провести эксперимент по заданной методике, проанализировать полученные результаты.

4. Вид промежуточной аттестации: экзамен

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе
на 20__-20__ учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Протокол заседания кафедры ВиПЛР № ____ от «__» _____ 20 __ г.,

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

Иванов В.А.

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки подготовки 35.03.10 Ландшафтная архитектура от «11» марта 2015 г. №194 .

для набора 2015 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «13»июля 2015 г. № 475.

для набора 2017 года: и учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от «06» марта 2017г. № 125

Программу составил:

Чжан Светлана Анатольевна, профессор, доцент, д.с-х.н. _____

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ВиПЛР

от «25» декабря 2018 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой ВиПЛР _____ В.А.Иванов

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой _____ В.А. Иванов

Директор библиотеки _____ Т.Ф.Сотник

Рабочая программа одобрена методической комиссией ЛПФ факультета

от «27» декабря 2018 г., протокол № 4

Председатель методической комиссии факультета _____ С.М. Сыромаха

СОГЛАСОВАНО:

Начальник
учебно-методического управления _____ Г.П. Нежевец

Регистрационный № _____

(методический отдел)