

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Задорожная Людмила Ивановна

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 22.04.2026 10:26:05

Уникальный программный код:

faa404d1aeb2a023b5f4a331ee5ddc540496512d

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Майкопский государственный технологический университет»

Факультет Экологический факультет

Кафедра

Ландшафтной архитектуры и лесного дела

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Л.И. Задорожная

« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б1.О.26 Лесная генетика, селекция и семеноводство

по направлению подготовки

35.03.01 Лесное дело

по профилю подготовки (специализации)

Лесомелиорация ландшафтов и инженерная биология

квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

форма обучения

Очная, Заочная,

год начала подготовки

2026

Майкоп



Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО и учебного плана МГТУ по направлению подготовки (специальности) 35.03.01 Лесное дело

Составитель рабочей программы:

Доцент, доц., канд. с.-х. наук

(должность, ученое звание, степень)

Подписано простой ЭП

11.04.2026

(подпись)

Цику Дамир Муратович

(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры:

Ландшафтной архитектуры и лесного дела

(название кафедры)

Заведующий кафедрой:

14.04.2026

Подписано простой ЭП

14.04.2026

(подпись)

Трушева Наталья Алексеевна

(Ф.И.О.)

Согласовано:

Руководитель ОПОП
заведующий выпускающей
кафедрой
по направлению подготовки
(специальности)

14.04.2026

Подписано простой ЭП

14.04.2026

(подпись)

Трушева Наталья Алексеевна

(Ф.И.О.)

Согласовано:

НБ МГТУ

(название подразделения)

14.04.2026

Подписано простой ЭП

14.04.2026

(подпись)

И. Б. Берберьян

(Ф.И.О.)



1. Цели и задачи учебной дисциплины (модуля)

Целью изучения данной дисциплины является формирование у обучающихся базовых знаний основ генетики и селекции лесных растений, получение первичного опыта в области генетических технологий по генетике растений, структурно-функциональную организацию генома растений и анализ функций гена, системы размножения растений и их генетический контроль, генетические методы селекции, генетику иммунитета лесных растений, генетику онтогенеза лесных растений, генетические технологии в решении задач лесной селекции и лесном семеноводстве, углубляя профессиональные знания о растениях как живых системах, делая акцент на современные представления об организации и функционировании генетического аппарата в реализации генетической программы развития лесных растений.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы растений, методах молекулярной биологии, генетики и биологии развития в профессиональной деятельности;
- изучить современные генетические технологии и их применение в лесном хозяйстве;
- раскрыть основные понятия лесной селекции;
- изучить современное состояние генетики и селекции лесных растений в России и за рубежом;
- рассмотреть селекционную оценку деревьев и насаждений;
- изучить технику отбора на хозяйственно-ценные признаки;
- изучить размножение селекционного материала, создание объектов ПЛСБ, ЕГСК;
- рассмотреть методы отбора основных лесных пород и наиболее ценных интродуцентов, а также кустарниковых и травянистых растений.



2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП по направлению подготовки (специальности)

Дисциплина входит в перечень дисциплин обязательной части ОПОП. Дисциплина основана на знаниях законов наследования и изменчивости и направлена на изучении основных видов и методов селекционной оценки насаждений. Освоению данной дисциплины предшествует изучение дисциплин «Биология лесных растений», "Дендрология и география лесов», "Введение в лесное дело", "Дендрофлора Северного Кавказа", "Ландшафтоведение"



3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей(их) компетенции(й):

ОПК-1	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий
ОПК-1.1	Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в области лесного и охотничьего хозяйства



4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы. Общая трудоемкость дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы по очной форме обучения.

		Формы контроля (количество)		Виды занятий					Итого часов	з.е.
		Эк	Контр	Лек	Лаб	КРАТ	Контроль	СР		
Курс 3	Сем. 5	1	1	34	51	0.35	35.65	59	180	5

Объем дисциплины и виды учебной работы по заочной форме обучения.

		Формы контроля (количество)		Виды занятий					Итого часов	з.е.
		Эк	Контр	Лек	Лаб	КРАТ	Контроль	СР		
Курс 3	Сем. 6	1	1	4	8	0.35	8.65	159	180	



5. Структура и содержание учебной и воспитательной деятельности при реализации дисциплины

5.1. Структура дисциплины для очной формы обучения.

Сем	Раздел дисциплины	Недел я семе стра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)								Формы текущего/проме жуточной контроля успеваемости текущего (по неделям семестра), промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лек	Лаб	ПР	СРП	КРАТ	Контро ль	СР	СЗ	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	1. Структурно- функциональная организация генома растений и анализ функций гена	1-2	4	2					4		реферат
5	2. Системы размножения растений и их генетический контроль	3	2	4					4		реферат
5	3. Генетические методы селекции	4	2	4					4		реферат
5	4. Генетика иммунитета растений	5	2	4					4		реферат
5	5. Генетика онтогенеза растений	6	2	4					4		реферат
5	6. Генетические технологии растений в решении задач селекции и семеноводства	7-8	4	4					4		реферат
5	7. Понятие сорта. Сортоиспытание	9	2	4					4		реферат
5	8. Постоянная лесосеменная база.	10	2	4					4		реферат
5	9. Лесосеменные плантации	11	2	4					4		реферат
5	10. Единый генетико-селекционный комплекс.	12	2	4					4		реферат
5	11. Селекционные категории семян.	13	2	4					4		реферат
5	12. Вегетативное размножение растений.	14	2	4					4		реферат
5	13. Получение посадочного материала растений методом клонального микро-размножения.	15	2	4					6		реферат
5	14. Селекция основных лесных пород.	16-17	4	1					5		реферат
5	15. Форма промежуточной аттестации	18					0,35	35.65			реферат
	ИТОГО:		34	51			0.35	35.65	59		

5.2. Структура дисциплины для заочной формы обучения.

Сем	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)							
		Лек	Лаб	ПР	СРП	КРАТ	Контро ль	СР	СЗ
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11
6	1. Структурно- функциональная организация генома растений и анализ функций гена	0,5	0,5					11	
6	2. Системы размножения растений и их генетический контроль	0,5	0,5					11	
6	3. Генетические методы селекции	0,5	0,5					11	

Сем	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу и трудоемкость (в часах)							
		Лек	Лаб	ПР	СРП	КРАТ	Контроль	СР	СЗ
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11
6	4. Генетика иммунитета растений	0,5	0,5					11	
6	5. Генетика онтогенеза растений		0,5					11	
6	6. Генетические технологии растений в решении задач селекции и семеноводства		0,5					11	
6	7. Понятие сорта. Сортоиспытание		0,5					11	
6	8. Постоянная лесосеменная база.		0,5					11	
6	9. Лесосеменные плантации		0,5					11	
6	10. Единый генетико-селекционный комплекс.		0,5					11	
6	11. Селекционные категории семян.	0,5	0,5					11	
6	12. Вегетативное размножение растений.	0,5	0,5					12	
6	13. Получение посадочного материала растений методом клонального микро-размножения.	0,5	1					12	
6	14. Селекция основных лесных пород.	0,5	1					14	
6	Форма промежуточной аттестации					0,35	8,65		
	ИТОГО:	4	8			0.35	8.65	159	

5.4. Содержание разделов дисциплины (модуля) «Лесная генетика, селекция и семеноводство», образовательные технологии

Лекционный курс

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	1. Структурно-функциональная организация генома растений и анализ функций гена	4	0,5		Структурно-функциональная организация генома одно- и дву-дольных растений на примере модельных растительных объектов: (<i>Oriza sativa</i> , <i>Brachypodium distachyon</i> , <i>Arabidopsis thaliana</i> , <i>Lotus japonicus</i>). Представление о гомологии и гомеологии, синтении и колинеарности геномов. Принципы сравнительного картирования. Внутривидовой полиморфизм геномов растений, методы анализа. Молекулярные ДНК-маркеры и их роль в генетических исследованиях и селекции. Основные классы молекулярных маркеров. Геном хлоропластов и митохондрий. Особенности организации хлоропластного генома, кольцевые молекулы ДНК. Вариабельность размера генома хлоропластов и ее причины. Взаимодействие ядерного и хлоропластного геномов (на примере ядерных генов GUN-1,2,5 и РДФ-карбоксилазы). Гены Rubisco. Ядерные гены как регуляторы	ОПК-1; ОПК-1.1; ПКУВ-3; ПКУВ-3.1; ПКУВ-3.2; ПКУВ-3.3;	Знать: основные понятия дисциплины, ее цели и задачи; виды изменчивости, количественные и качественные характеристики. Уметь: организовать свою самостоятельную работу по изучению основной и дополнительной литературы. Владеть: навыками сбора и анализа информации	

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					экспрессии хлоропластных генов. Доказательства эндосимбиотического происхождения пластид. Особенности организации Мт-генома, консервативность мт-генов и высокая вариабельность в порядке их расположения. Взаимодействие ядерного, хлоропластного и митохондриального геномов. Мобильные генетические элементы растений. Контролирующие элементы растений и история их открытия, от Б. Мак Клинтон до настоящего времени. Аси Ds-элементы Z.mays. Типы транспозонов растений и их распространенность В геномах других растений. Влияние мобильных элементов на изменение геномной структуры растений и активности генов. Роль транспозонов в эволюции геномов растений и горизонтальном переносе. Молекулярное одомашнивание транспозонов. Влияние мобильных элементов на изменение геномной структуры растений. Роль транспозонов в регуляции активности генов. Молекулярное одомашнивание транспозонов. Использование систем Enhancer-Inhibitor system (En-I); Enhancer-			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					Suppressor-mutator (Sp-m); Activator-Dissociation (Ac-Ds) для маркирования генома, картирования и установления функции гена. Транспозонный мутагенез растений. Транспозоны как генетический инструмент для исследования функции гена и белка. Использование транспозонов для направленного мутагенеза и инактивации гена. Клонирование генов с помощью «вытягивания за транспозон». Однокомпонентная система на основе Ac-элемента кукурузы с CaMV 35S-промотором. Двухкомпонентная системы Ac/Ds и другие системы транспозонов. Инсерционный T-ДНК и транспозонный мутагенез как инструмент для создания трансгенных растений, используемых в качестве модели для изучения функции гена. Выявление трансформантов в популяциях T2 и T3. Необходимый размер выборки для выявления инсерции по целевому гену. Выделение генов, маркированных инсерцией. Преимущества и недостатки инсерционных, ЭМС-индуцированных и делеционных мутантов для решения задач функциональной геномики. Мутационный			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					анализ для изучения функции генов. Методы прямой и обратной генетики для установления функции гена, современные подходы. Маркирование генома протяженными делециями, вызванными быстрыми нейтронами. Проект DEL-a-GENE – новая стратегия в изучении функции дуплицированных генов. Применение метода геномного вычитания для клонирования генов. Использование ЭМС-индуцированных мутаций в мутационном анализе. Эпигенетические механизмы регуляции экспрессии генов и их особенности.			
5	2. Системы размножения растений и их генетический контроль	2	0,5		Жизненные циклы растений. Генетические эффекты при вегетативном и половом размножении, при самоопылении и перекрестном оплодотворении. Несовместимость, Гетероморфная и гомоморфная. Основные принципы функционирования гаметофитной и спорофитной систем гомоморфной несовместимости (SI). Гены, контролирующие синтез распознающих субстанций в пыльце и ткани пестика. Множественные аллели генов несовместимости и их гаплотипы. Молекуляр	ОПК-1.1; ОПК-1; ПКУВ-3; ПКУВ-3.1; ПКУВ-3.2; ПКУВ-3.3;	Знает современные проблемы генетики растений, теоретические основы функционирования растений при различных системах размножения. Умеет применять генетические методы анализа природных популяций и генетических коллекций. Владеет навыками решения практических задач, требующих молекулярно-генетического подхода и приемов биологии развития. Демонстрирует готовность критически анализировать информацию в области генетики растений и интегрировать полученные знания в	

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					но-генетические механизмы проявления гаметофитной и спорофитной систем несовместимости. Гены, контролирующие синтез распознающих субстанций в пыльце и ткани пестика. Множественные аллели генов несовместимости и их гаплотипы. Механизмы однолокусной (S-локус) несовместимости: гаметофитная несовместимость с S-RNК-азным женским детерминантом (Solapaseae); спорофитная несовместимость с S-гликопротеиновыми женскими (SRK) и мужскими (SCR) детерминантами, роль siRNA в регуляции реакции самонесовместимости. Мутации генов несовместимости (SI) и проявление само-совместимости (SC). Трансгенная модель получения самонесовместимости у природного самоопылителя A. thaliana, значение данного эксперимента для создания самоопыляющихся трансгенных растений. Биологическое значение несовместимости в поддержании гетерозиготности популяций. Двудомность как крайний случай проявления		проектную задачу.	

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					несовместимости. Структурно-функциональная организация половых хромосом двудомных растений на примере <i>Carica papaya</i>, <i>Silene latifolia</i> и <i>Rumex acetosa</i>. Генетический контроль поддержания двудомности. Апомиксис – природная форма вторично-бесполого размножения. История изучения апомиксиса. Нарушение процесса двойного оплодотворения у цветковых растений как причина образования апомиктичных семян. Основные типы апомиксиса, его распространение и эволюционная роль. Гаметофитный апомиксис и нарушение мейоза (апомейоз) и спорофитного с участием клеток интегумента. Генетический контроль апомиксиса. Мутанты <i>A.thaliana</i> с нарушениями мейоза (<i>nzz</i>; <i>swi1/ dyad</i>) и образование апомиктичных семян. Гены-кандидаты апомиксиса. Апомиксис и его практическое значение. Эпигенетический механизм проявления апомиксиса у мутантов <i>ago104</i> кукурузы и <i>ago9</i> арабидопсис. Роль и функция белков <i>Argonaute</i> и <i>RBR</i> в контроле развития женского гаметофита. Координированное			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					развитие зародыша и эндосперма, гены FIS2, FIE, MEA, PHERES1 A.thaliana. Гены MET1 и DME регуляторы экспрессии материнского аллеля гена MEA в эндосперме. Явление импринтинга материнских и отцовских аллелей при развитии эндосперма, эпигенетический механизм импринтинга.			
5	3. Генетические методы селекции	2	0,5		олиплоидия. Механизмы возникновения полиплоидов и их классификация, автополиплоиды и аллополиплоиды. Полиплоидное происхождение важнейших культурных растений. Палеополиплоиды и неополиплоиды. Роль отдаленной гибридизации в возникновении видов, реконструкция геномов растений. Явление гетерозиса и гипотезы о механизмах его проявления. Генетические эффекты при полиплоидии. Судьба дублированных генов у аллополиплоидов. Влияние полиплоидизации на экспрессию генов у аллополиплоидов: явление замолкания дублированных генов (реципрокное и органспецифичное), диверсификация функции, изменение уровня экспрессии. Эпигенетический	ОПК-1; ОПК-1.1; ПКУВ-3; ПКУВ-3.1; ПКУВ-3.2; ПКУВ-3.3;	Знает современные проблемы генетики растений, теоретические основы функционирования растений при различных системах размножения. Умеет применять генетические методы анализа природных популяций и генетических коллекций. Владеет навыками решения практических задач, требующих молекулярно-генетического подхода и приемов биологии развития. Демонстрирует готовность критически анализировать информацию в области генетики растений и интегрировать полученные знания в проектную задачу.	

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					механизм замолкания генов. Синтетические полиплоиды арабидопсис для изучения экспрессии дублицированных генов в ряду поколений. Роль полиплоидии в эволюции геномов растений и видообразования. Структура аллополиплоидных геномов пшеницы, хлопчатника, тритикале, и др. Практическое использование разных типов полиплоидов. Анеуплоидия для решения задач картирования генов. Типы анеуплоидов. Моносомный и нуллисомный анализ на примере пшеницы. Примеры применения анеуплоидии растений в решении практических задач генетики и селекции растений. Гаплоиды естественные и искусственные. Методы получения гап-лоидов: близнецовый метод, псевдогамия, индуцированный андрогенез в культуре пыльников, гибридизация с другими видами и селективная элиминация хромосом в гибридном зародыше. Практическое использование и значение гаплоидов в селекционном процессе. Цитоплазматическая мужская стерильность растений (ЦМС). Кольцевые и линейные ДНК митохондрий			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					растений. Повторы и внутримолекулярная рекомбинация. РНК-редактирование мт-ДНК и химерные гены. Роль Мт-химерных генов в проявлении ЦМС. ЦМС как пример взаимодействия ядерных и митохондриальных генов. Молекулярно-генетические механизмы восстановления фертильности пыльцы, гены-восстановители фертильности (Rf), роль PPR белков. Специфичность Rf-генов к типу ЦМС. Типы цитоплазмы кукурузы - Т (техасский), С (чарруа) и S (молдавский) и проявление ЦМС. Механизм действия генов-восстановителей ЦМС на примере кукурузы С- S- и Т-цитоплазмой. Экономическое значение мутаций митохондриального генома и проявления ЦМС. Использование ЦМС в селекционном процессе. Генетическая схема получения межлинейных гибридов на основе мутаций ЦМС и восстановителей фертильности. Распространение практического применения явления ЦМС в селекции сельскохозяйственных культур. Спонтанный и индуцированный мутагенез у растений. Ядер-ные и			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					цитоплазматические мутации. Основы закона гомологических рядов наследственной изменчивости Н.И. Вавилова. Индукцированный мутагенез растений физическими, химическими мутагенами и тяжелыми металлами. Спектр возникающих мутаций. Особенности выявления индуцированных мутаций у растений. Основные принципы выделения мутаций у самоопылителей, перекрестников и вегетативно размножаемых растений. Химеры, структура химерного растения и судьба мутантного сектора в онтогенезе. Особенности генетического анализа растений и выявления мутантов в M1-, M2-, M3-поколениях. Генетически эффективные клетки и их роль в проявлении индуцированных мутаций. Типы мутаций и методы их выделения. Хлорофильные и эмбриолетальные мутации. Растительные тест-системы для оценки мутагенного действия различных соединений и факторов окружающей среды. Селекционные достижения с использованием метода мутагенеза. Хромосомная			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					инженерия растений. Манипуляции хромосомным составом растений на уровне целых геномов, отдельных хромосом и их сегментов с целью увеличения генетического разнообразия культурных видов.			
5	4. Генетика иммунитета растений	2	0,5		онятие иммунитета растений. Вклад Н.И. Вавилова в изучении проблемы иммунитета. Основные возбудители болезней и вредители растений. Практическое значение изучения генетики иммунитета растений. Основные типы иммунитета растений. Врожденный активный иммунитет — устойчивость к болезни, которая обеспечивается свойствами растений, проявляющимися у них только в случае нападения патогена. Типы активного иммунитета — неспецифичный (базовый иммунитет или горизонтальная устойчивость) и специфичный (вертикальная или расоспецифическая устойчивость). Приобретенный иммунитет растений, особенности, отличия от приобретенного иммунитета животных. Молекулярно-генетические механизмы неспецифического врожденного иммунитета растений. Рецепторы	ОПК-1; ОПК-1.1; ПКУВ-3; ПКУВ-3.1; ПКУВ-3.2; ПКУВ-3.3;	Знает современные генетические технологии, используемые при работе с растениями. Умеет применять современные генетические технологии для решения поставленных задач, прогнозировать и определять потенциал их использования. Владеет навыками сравнения используемых технологий с учётом возможностей и современных требований к оценке эффективности процесса. Демонстрирует готовность масштабировать разрабатываемые генетические технологии с учетом их потенциала и перспектив развития, корректировать реализацию технологии в соответствии с данными о ее влиянии на окружающую среду.	

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					врожденного неспецифического иммунитета и их лиганды. Структура рецепторов PRR. Активирующие их лиганды PAMP, HAMP, DAMP — чужеродный биоматериал, попавший на поверхность клетки. Консервативность рецепторов неспецифического иммунитета (на примере рецепторов флагеллина растений и животных). Другие компоненты иммунного ответа. Молекулярно-генетические механизмы специфического врожденного иммунитета. Эффекторные молекулы патогенов (элиситоры) и их рецепторы (R – белки). Доменная структура рецепторов, основные типы. LRRs – структурная основа иммунного ответа растений. R-гены типа I – самые полиморфные гены растений. Теория сопряженной эволюции хозяина и паразита. Гипотеза Флора «ген на ген». Функция салициловой кислоты, жасмоновой кислоты, этилена и др. гормонов в иммунном ответе. Реакция сверхчувствительности. Различие ответа на повреждение биотрофами, некротрофами и насекомыми. Антогонизм сигнальных путей, участвующих в защите от			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					биотрофов и некротрофов. Влияние патогенов на развитие иммунного ответа. Сторожевая модель иммунитета. Аутоиммунные реакции у растений. Явление гибридного некроза — распространенность и генетический контроль. Роль мобильных иммунных сигналов в развитии системного приобретенного иммунитета и иммунной памяти.			
5	5. Генетика онтогенеза растений	4			Общие принципы регуляции развития растений. Генетические основы регуляции развития растений фитогормонами. Генетический контроль морфогенеза растений. Генетический контроль развития разных доменов зародыша. Генетический контроль развития апикальной меристемы побега, листа, корня. Генетический контроль инициации цветения, развития меристемы цветка и органов цветка. ABC-модель генетического контроля развития цветка.	ОПК-1; ОПК-1.1; ПКУВ-3; ПКУВ-3.1; ПКУВ-3.2; ПКУВ-3.3;	Знает современные генетические технологии, используемые при работе с растениями. Умеет применять современные генетические технологии для решения поставленных задач, прогнозировать и определять потенциал их использования. Владеет навыками сравнения используемых технологий с учётом возможностей и современных требований к оценке эффективности процесса. Демонстрирует готовность масштабировать разрабатываемые генетические технологии с учетом их потенциала и перспектив развития, корректировать реализацию технологии в соответствии с данными о ее влиянии на окружающую среду.	
5	6. Генетические технологии растений в решении задач селекции	2			Генетическая инженерия растений. История получения трансген-ных	ОПК-1; ОПК-1.1; ПКУВ-3; ПКУВ-3.1; ПКУВ-3.2; ПКУВ-3.3;	Знает современные генетические технологии, используемые при работе	

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	и семеноводства				растений. Методы получения трансгенных растений. Прямые методы получения трансгенных растений. Векторы для генетической трансформации растений. Создание коинтегративных и бинарных векторов для переноса чужеродной ДНК. Использование селективных маркеров и репортерных генов. Области применения трансгенных растений. Получение качественно новых продуктов на основе трансгенных растений: с замедлением созревания и контролируемым созреванием; улучшение пищевых и технологических свойств; устойчивые к гербицидам; устойчивые к насекомым-вредителям; устойчивые к болезням и др. Метаболическая инженерия на основе трансгенных технологий – воссоздание отсутствующих метаболических путей. Трансгенные растения риса с каротиноидами, трансгенные растения томата с плодами, накапливающими антоциан, голубые розы и гвоздики. Трансгенные растения – продуценты фармацевтических белков, вакцин, антител. Трансформация хлоропластной ДНК. Разработка методов		с растениями. Умеет применять современные генетические технологии для решения поставленных задач, прогнозировать и определять потенциал их использования. Владеет навыками сравнения используемых технологий с учётом возможностей и современных требований к оценке эффективности процесса. Демонстрирует готовность масштабировать разрабатываемые генетические технологии с учетом их потенциала и перспектив развития, корректировать реализацию технологий в соответствии с данными о ее влиянии на окружающую среду.	

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					защиты окружающей среды на основе трансгенных растений. Биodeградируемые материалы на основе трансгенных растений. Трансгенные растения для очистки почв и водоемов (поглощающие и разрушающие токсичные соединения). Трансгенные растения – тестеры загрязнений. Биотопливо из трансгенных растений. Аргументы противников использования трансгенных растений. Потенциальные проблемы использования трансгенных растений и пути их решения. Геномное редактирование растений. Система CRISPR- Cas для получения целевых мутаций в различных растительных организмах. Типы мутаций, генерируемых CRISPR-Cas9. Редакторы цитозиновых оснований (CBE) и редакторы адениновых оснований (ABEs) на основе CRISPR и их особенности. Молекулярно-генетические маркеры в решении фундаментальных и практических задач генетики, и селекции. Типы генетических маркеров. Методы создания генетических маркеров. Особенности применения генетических маркеров в решении генетических и			

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
					селекционных задач. Маркер- опосредованная селекция растений. Принципы геномной селекции растений. Практические примеры применения методов маркерной и геномной селекции растений.			
5	7. Понятие сорта. Сортоиспытание	2			Классификация сортов по способам воспроизводства, генетическому составу, особенностям характеристики, способам использования. Его цели и задачи. Виды сортоиспытаний. Методика сортоиспытания. Испытательные культуры. Оценка генетического улучшения лесных пород	ОПК-1; ОПК-1.1; ПКУВ-3; ПКУВ-3.1; ПКУВ-3.2; ПКУВ-3.3;	Знать: цели и задачи сортоиспытания. Уметь: организовать свою работу по изучению основной и дополнительной литературы. Владеть: классификацией сортов; оценкой генетического улучшения лесных пород	, Лекции-визуализации
5	8. Постоянная лесосеменная база.	2	0,5		Назначение ПЛСБ. Объекты ПЛСБ.	ОПК-1; ОПК-1.1; ПКУВ-3; ПКУВ-3.1; ПКУВ-3.2; ПКУВ-3.3;	Знать: объекты ПЛСБ. Уметь: организовать свою работу по изучению основной и дополнительной литературы. Владеть: навыками сбора и анализа информации	, Лекции-визуализации
5	9. Лесосеменные плантации	2	0,5		Назначение, закладка, уход, использование. ЛСП первого и последующих порядков. Клоновые и семейственные ЛСП.	ОПК-1; ОПК-1.1; ПКУВ-3; ПКУВ-3.1; ПКУВ-3.2; ПКУВ-3.3;	Знать: назначение, закладка, уход, использование ЛСП. Уметь: организовать свою работу по изучению основной и дополнительной литературы. Владеть: навыками сбора и анализа информации	, Лекции-визуализации
5	10. Единый генетико-селекционный комплекс.	2	0,5		Объекты ЕГСК. Их назначение, порядок создания и учета.	ОПК-1; ОПК-1.1; ПКУВ-3; ПКУВ-3.1; ПКУВ-3.2; ПКУВ-3.3;	Знать: порядок создания и учета ЕГСК. Уметь: организовать свою работу по изучению основной и дополнительной литературы. Владеть: навыками сбора и анализа	, Лекции-визуализации

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	11. Селекционные категории семян.	2			Порядок заготовки, учета и хранения семян	ОПК-1; ОПК-1.1; ПКУВ-3; ПКУВ-3.1; ПКУВ-3.2; ПКУВ-3.3;	информации Знать: категории семян. Уметь: организовать свою работу по изучению основной и дополнительной литературы. Владеть: методикой заготовки, учета и хранения семян.	, Проблемное обучение
5	12. Вегетативное размножение растений.	2			Поросль, отводки, корневые отпрыски, корневища. Аутовегетативное размножение древесных пород. Стеблевые, корневые, черенки. Размножение порослью, отводками, корневыми отпрысками, делением куста. Гетеровегетативное размножение лесных растений. Основные виды прививок лесных пород – сердцевина на камбий, камбий на камбий, в расщеп, копулировка, в боковой зарез, «в мешок», за кору, в гипокотиль, со вставкой. Окулировка, аблактировка.	ОПК-1; ОПК-1.1; ПКУВ-3; ПКУВ-3.1; ПКУВ-3.2; ПКУВ-3.3;	Знать: виды вегетативного размножения. Уметь: организовать свою работу по изучению основной и дополнительной литературы. Владеть: навыками сбора и анализа информации	, Лекции-визуализации
5	13. Получение посадочного материала растений методом клонального микро-размножения.	2			Подготовка исходного материала, питательные среды, технология работ. Использование метода для получения новых генотипов. Генная инженерия.	ОПК-1; ОПК-1.1; ПКУВ-3; ПКУВ-3.1; ПКУВ-3.2; ПКУВ-3.3;	Знать: основы получения посадочного материала. Уметь: организовать свою работу по изучению основной и дополнительной литературы. Владеть: навыками сбора и анализа информации	, Лекции-визуализации
5	14. Селекция основных лесных пород.	4	0,5		Селекция основных лесных пород. Сосна, ель, лиственница, дуб, бук, ясень, тополь, береза, ольха, лещина, орех грецкий, облепиха, дуб красный, акация белая.	ОПК-1; ОПК-1.1; ПКУВ-3; ПКУВ-3.1; ПКУВ-3.2; ПКУВ-3.3;	Знать: основы селекции основных лесных пород. Уметь: организовать свою работу по изучению основной и дополнительной литературы. Владеть: навыками сбора и анализа	, Лекции-визуализации

Сем	Наименование темы дисциплины	Трудоемкость (часы)			Содержание	Формируемые компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
		ОФО	ЗФО	ОЗФО				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
							информации	
5	15. Форма промежуточной аттестации						Знать: Уметь: Владеть:	
	ИТОГО:	34	4					

5.5. Практические занятия, их наименование, содержание и объем в часах

Учебным планом не предусмотрено

Симуляционные занятия, их наименование, содержание и объем в часах

Учебным планом не предусмотрено

5.6. Лабораторные занятия, их наименование и объем в часах

Сем	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем в часах		
			ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6
5	1. Структурно- функциональная организация генома растений и анализ функций гена	Структурно-функциональная организация генома одно- и дву-дольных растений на примере модельных растительных объектов: (<i>Oriza sativa</i> , <i>Brachypodium distachyon</i> , <i>Arabidopsis thaliana</i> , <i>Lotus japonicus</i>). Представление о гомологии и гомеологии, синтении и колинеарности геномов. Принципы сравнительного картирования. Внутривидовой полиморфизм геномов растений, методы анализа. Молекулярные ДНК-маркеры и их роль в генетических исследованиях и селекции. Основные классы молекулярных маркеров. Геном хлоропластов и митохондрий. Особенности организации хлоропластного генома, кольцевые молекулы ДНК. Вариабельность размера генома хлоропластов и ее причины. Взаимодействие ядерного и хлоропластного геномов (на примере ядерных генов GUN-1,2,5 и РДФ-карбоксилазы). Гены Rubisco. Ядерные гены как регуляторы экспрессии хлоропластных генов. Доказательства эндосимбиотического происхождения пластид. Особенности организации Мт-генома, консервативность мт-генов и высокая вариабельность в порядке их расположения. Взаимодействие ядерного, хлоропластного и митохондриального геномов. Мобильные генетические элементы растений. Контролирующие элементы растений и история их открытия, от Б. Мак Клинтон до настоящего времени. Аси Ds-элементы <i>Z.mays</i> . Типы транспозонов растений и их распространенность в геномах других растений. Влияние мобильных элементов на изменение геномной структуры растений и активности генов. Роль транспозонов в эволюции геномов растений и горизонтальном переносе. Молекулярное одомашнивание транспозонов. Влияние мобильных элементов на изменение геномной структуры растений. Роль транспозонов в регуляции активности генов. Молекулярное одомашнивание транспозонов. Использование систем Enhancer-Inhibitor system (En-I); Enhancer- Suppressor-mutator (Sp-m); Activator-Dissociation (Ac-Ds) для маркирования генома, картирования и установления функции гена. Транспозонный мутагенез растений. Транспозоны как генетический инструмент для исследования функции гена и белка. Использование транспозонов для направленного мутагенеза и инактивации гена. Клонирование генов с помощью «вытягивания за транспозон». Одно-компонентная система на основе Ac-элемента кукурузы с CaMV 35S-промотором. Двухкомпонентная системы Ac/Ds и другие системы транспозонов. Инсерционный T-ДНК и транспозонный мутагенез как инструмент для создания трансгенных растений,	2	0,5	

Сем	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем в часах		
			ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6
		используемых в качестве модели для изучения функции гена. Выявление трансформантов в популяциях T2 и T3. Необходимый размер выборки для выявления инсерции по целевому гену. Выделение генов, маркированных инсерцией. Преимущества и недостатки инсерционных, ЭМС-индуцированных и делеционных мутантов для решения задач функциональной геномики. Мутационный анализ для изучения функции генов. Методы прямой и обратной генетики для установления функции гена, современные подходы. Маркирование генома протяженными делециями, вызванными быстрыми нейтронами. Проект DEL-a-GENE – новая стратегия в изучении функции дуплицированных генов. Применение метода геномного вычитания для клонирования генов. Использование ЭМС-индуцированных мутаций в мутационном анализе. Эпигенетические механизмы регуляции экспрессии генов и их особенности.			
5	2. Системы размножения растений и их генетический контроль	Жизненные циклы растений. Генетические эффекты при вегетативном и половом размножении, при самоопылении и перекрестном оплодотворении. Несовместимость, Гетероморфная и гомоморфная. Основные принципы функционирования гаметофитной и спорофитной систем гомоморфной несовместимости (SI). Гены, контролирующие синтез распознающих субстанций в пыльце и ткани пестика. Множественные аллели генов несовместимости и их гаплотипы. Молекулярно-генетические механизмы проявления гаметофитной и спорофитной систем несовместимости. Гены, контролирующие синтез распознающих субстанций в пыльце и ткани пестика. Множественные аллели генов несовместимости и их гаплотипы. Механизмы однолокусной (S-локус) несовместимости: гаметофитная несовместимость с S-PHK-азным женским детерминантом (Solanaseae); спорофитная несовместимость с S-гликопротеиновыми женскими (SRK) и мужскими (SCR) детерминантами, роль siRNA в регуляции реакции самонесовместимости. Мутации генов несовместимости (SI) и проявление само-совместимости (SC). Трансгенная модель получения самонесовместимости у природного самоопылителя <i>A. thaliana</i> , значение данного эксперимента для создания самоопыляющихся трансгенных растений. Биологическое значение несовместимости в поддержании гетерозиготности популяций. Двудомность как крайний случай проявления несовместимости. Структурно-функциональная организация половых хромосом двудомных растений на примере <i>Carica papaya</i> , <i>Silene latifolia</i> и <i>Rumex acetosa</i> . Генетический контроль поддержания двудомности. Апомиксис – природная форма вторично-бесполого размножения. История изучения апомиксиса. Нарушение процесса двойного оплодотворения у цветковых растений как причина образования апомиктичных семян. Основные типы апомиксиса, его распространение и эволюционная роль. Гаметофитный апомиксис и нарушение мейоза (апомейоз) и спорофитного с участием клеток интегумента. Генетический контроль апомиксиса. Мутанты <i>A.thaliana</i> с нарушениями мейоза (<i>nzz</i> ; <i>swi1/ dyad</i>) и образование апомиктичных семян. Гены-кандидаты апомиксиса. Апомиксис и его практическое значение. Эпигенетический механизм проявления апомиксиса у мутантов <i>ago104</i> кукурузы и <i>ago9</i> арабидопсис. Роль и функция белков Argonaute и RBR в контроле развития женского гаметофита. Координированное развитие зародыша и эндосперма, гены FIS2, FIE, MEA, PHERES1 <i>A.thaliana</i> . Гены MET1 и DME регуляторы экспрессии материнского аллеля гена MEA в эндосперме. Явление импринтинга материнских и отцовских аллелей при развитии эндосперма, эпигенетический механизм импринтинга.	4	0,5	
5	3. Генетические методы селекции	Полиплоидия. Механизмы возникновения полиплоидов и их классификация, автополиплоиды и аллополиплоиды. Полиплоидное происхождение важнейших культурных растений. Палеополиплоиды и неополиплоиды. Роль отдаленной гибридизации в возникновении видов, реконструкция геномов растений. Явление	4	0,5	

Сем	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем в часах		
			ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6
		гетерозиса и гипотезы о механизмах его проявления. Генетические эффекты при полиплоидии. Судьба дублированных генов у аллополиплоидов. Влияние полиплоидизации на экспрессию генов у аллополиплоидов: явление замолкания дублированных генов (реципрокное и органспецифичное), диверсификация функции, изменение уровня экспрессии. Эпигенетический механизм замолкания генов. Синтетические полиплоиды арабидопсис для изучения экспрессии дублированных генов в ряду поколений. Роль полиплоидии в эволюции геномов растений и видообразования. Структура ал-лополиплоидных геномов пшеницы, хлопчатника, тритикале, и др. Практическое использование разных типов полиплоидов. Анеуплоидия для решения задач картирования генов. Типы анеуплоидов. Моносомный и нуллисомный анализ на примере пшеницы. Примеры применения анеуплоидии растений в решении практических задач генетики и селекции растений. Гаплоиды естественные и искусственные. Методы получения гап-лоидов: близнецовый метод, псевдогамия, индуцированный андрогенез в культуре пыльников, гибридизация с другими видами и селективная элиминация хромосом в гибридном зародыше. Практическое использование и значение гаплоидов в селекционном процессе. Цитоплазматическая мужская стерильность растений (ЦМС). Кольцевые и линейные ДНК митохондрий растений. Повторы и внутримолекулярная рекомбинация. РНК-редактирование мт-ДНК и химерные гены. Роль Мт-химерных генов в проявлении ЦМС. ЦМС как пример взаимодействия ядерных и митохондриальных генов. Молекулярно-генетические механизмы восстановления фертильности пыльцы, гены-восстановители фертильности (Rf), роль PPR белков. Специфичность Rf-генов к типу ЦМС. Типы цитоплазмы кукурузы – Т (техасский), С (чарруа) и S (молдавский) и проявление ЦМС. Механизм действия генов-восстановителей ЦМС на примере кукурузы С- S- и Т-цитоплазмой. Экономическое значение мутаций митохондриального генома и проявления ЦМС. Использование ЦМС в селекционном процессе. Генетическая схема получения межлинейных гибридов на основе мутаций ЦМС и восстановителей фертильности. Распространение практического применения явления ЦМС в селекции сельскохозяйственных культур. Спонтанный и индуцированный мутагенез у растений. Ядер-ные и цитоплазматические мутации. Основы закона гомологических рядов наследственной изменчивости Н.И. Вавилова. Индуцированный мутагенез растений физическими, химическими мутагенами и тяжелыми металлами. Спектр возникающих мутаций. Особенности выявления индуцированных мутаций у растений. Основные принципы выделения мутаций у самоопылителей, перекрестников и вегетативно размножаемых растений. Химеры, структура химерного растения и судьба мутантного сектора в онтогенезе. Особенности генетического анализа растений и выявления мутантов в M1-, M2-, M3-поколениях. Генетически эффективные клетки и их роль в проявлении индуцированных мутаций. Типы мутаций и методы их выделения. Хлорофильные и эмбриолетальные мутации. Растительные тест-системы для оценки мутагенного действия различных соединений и факторов окружающей среды. Селекционные достижения с использованием метода мутагенеза. Хромосомная инженерия растений. Манипуляции хромосомным составом растений на уровне целых геномов, отдельных хромосом и их сегментов с целью увеличения генетического разнообразия культурных видов.			
5	4. Генетика иммунитета растений	Понятие иммунитета растений. Вклад Н.И. Вавилова в изучении проблемы иммунитета. Основные возбудители болезней и вредители растений. Практическое значение изучения генетики иммунитета растений. Основные типы иммунитета растений. Врожденный активный иммунитет — устойчивость к болезни, которая обеспечивается	4	0,5	

Сем	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем в часах		
			ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6
		свойствами растений, проявляющимися у них только в случае нападения патогена. Типы активного иммунитета — неспецифичный (базовый иммунитет или горизонтальная устойчивость) и специфичный (вертикальная или расоспецифическая устойчивость). Приобретенный иммунитет растений, особенности, отличия от приобретенного иммунитета животных. Молекулярно-генетические механизмы неспецифического врожденного иммунитета растений. Рецепторы врожденного неспецифического иммунитета и их лиганды. Структура рецепторов PRR. Активирующие их лиганды PAMP, HAMP, DAMP — чужеродный биоматериал, попавший на поверхность клетки. Консервативность рецепторов неспецифического иммунитета (на примере рецепторов флагеллина растений и животных). Другие компоненты иммунного ответа. Молекулярно-генетические механизмы специфического врожденного иммунитета. Эффекторные молекулы патогенов (элиситоры) и их рецепторы (R – белки). Доменная структура рецепторов, основные типы. LRRs – структурная основа иммунного ответа растений. R-гены типа I – самые полиморфные гены растений. Теория сопряженной эволюции хозяина и паразита. Гипотеза Флора «ген на ген». Функция салициловой кислоты, жасмоновой кислоты, этилена и др. гормонов в иммунном ответе. Реакция сверхчувствительности. Различия ответа на повреждение биотрофами, некротрофами и насекомыми. Антагонизм сигнальных путей, участвующих в защите от биотрофов и некротрофов. Влияние патогенов на развитие иммунного ответа. Сторожевая модель иммунитета. Аутоиммунные реакции у растений. Явление гибридного некроза — распространенность и генетический контроль. Роль мобильных иммунных сигналов в развитии системного приобретенного иммунитета и иммунной памяти.			
5	5. Генетика онтогенеза растений	Общие принципы регуляции развития растений. Генетические основы регуляции развития растений фитогормонами. Генетический контроль морфогенеза растений. Генетический контроль развития разных доменов зародыша. Генетический контроль развития апикальной меристемы побега, листа, корня. Генетический контроль инициации цветения, развития меристемы цветка и органов цветка. ABC-модель генетического контроля развития цветка.	4	0,5	
5	6. Генетические технологии растений в решении задач селекции и семеноводства	Генетическая инженерия растений. История получения трансгенных растений. Методы получения трансгенных растений. Прямые методы получения трансгенных растений. Векторы для генетической трансформации растений. Создание коинтегративных и бинарных векторов для переноса чужеродной ДНК. Использование селективных маркеров и репортерных генов. Области применения трансгенных растений. Получение качественно новых продуктов на основе трансгенных растений: с замедлением созревания и контролируемым созреванием; улучшение пищевых и технологических свойств; устойчивые к гербицидам; устойчивые к насекомым-вредителям; устойчивые к болезням и др. Метаболическая инженерия на основе трансгенных технологий – воссоздание отсутствующих метаболических путей. Трансгенные растения риса с каротиноидами, трансгенные растения томата с плодами, накапливающими антоциан, голубые розы и гвоздики. Трансгенные растения – продуценты фармацевтических белков, вакцин, антител. Трансформация хлоропластной ДНК. Разработка методов защиты окружающей среды на основе трансгенных растений. Биodeградируемые материалы на основе трансгенных растений. Трансгенные растения для очистки почв и водоемов (поглощающие и разрушающие токсичные соединения). Трансгенные растения – тестеры загрязнений. Биотопливо из трансгенных растений. Аргументы противников использования трансгенных растений. Потенциальные проблемы использования трансгенных растений и пути их решения. Геномное редактирование растений. Система CRISPR- Cas	4	1	

Сем	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем в часах		
			ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6
		для получения целевых мутаций в различных растительных организмах. Типы мутаций, генерируемых CRISPR-Cas9. Редакторы цитозиновых оснований (CBE) и редакторы адениновых оснований (ABEs) на основе CRISPR и их особенности. Молекулярно-генетические маркеры в решении фундаментальных и практических задач генетики, и селекции. Типы генетических маркеров. Методы создания генетических маркеров. Особенности применения генетических маркеров в решении генетических и селекционных задач. Маркер- опосредованная селекция растений. Принципы геномной селекции растений. Практические примеры применения методов маркерной и геномной селекции растений.			
5	7. Понятие сорта. Сортоиспытание	Классификация сортов по способам воспроизводства, генетическому составу, особенностям характеристики, способам использования. Его цели и задачи. Виды сортоиспытаний. Методика сортоиспытания. Испытательные культуры. Оценка генетического улучшения лесных пород	4	0,5	
5	8. Постоянная лесосеменная база.	Назначение ПЛСБ. Объекты ПЛСБ.	4	0,5	
5	9. Лесосеменные плантации	Назначение, закладка, уход, использование. ЛСП первого и последующих порядков. Клоновые и семейственные ЛСП.	4	0,5	
5	10. Единый генетико-селекционный комплекс.	Объекты ЕГСК. Их назначение, порядок создания и учета.	4	0,5	
5	11. Селекционные категории семян.	Порядок заготовки, учета и хранения семян	4	0,5	
5	12. Вегетативное размножение растений.	Поросль, отводки, корневые отпрыски, корневища. Аутовегетативное размножение древесных пород. Стеблевые, корневые, черенки. Размножение порослью, отводками, корневыми отпрысками, делением куста. Гетеровегетативное размножение лесных растений. Основные виды прививок лесных пород – сердцевина на камбий, камбий на камбий, в расщеп, копулировка, в боковой зарез, «в мешок», за кору, в гипокотиль, со вставкой. Окулировка, аблактировка.	4	0,5	
5	13. Получение посадочного материала растений методом клонального микро-размножения.	Подготовка исходного материала, питательные среды, технология работ. Использование метода для получения новых генотипов. Генная инженерия.	4	0,5	
5	14. Селекция основных лесных пород.	Селекция основных лесных пород. Сосна, ель, лиственница, дуб, бук, ясень, тополь, береза, ольха, лещина, орех грецкий, облепиха, дуб красный, акация белая.	1	1	
5	15. Форма промежуточной аттестации				
	ИТОГО:		51	8	

5.7. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Учебным планом не предусмотрено

5.8. Самостоятельная работа студентов

Содержание и объем самостоятельной работы студентов

Сем	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах		
				ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6	7
5	1. Структурно- функциональная организация генома растений и анализ функций гена	Структурно-функциональная организация генома одно- и дву-дольных растений на примере модельных растительных объектов: (<i>Oriza sativa</i> , <i>Brachypodium distachyon</i> , <i>Arabidopsis thaliana</i> , <i>Lotus japonicus</i>). Представление о гомологии и гомеологии, синтении и коллинеарности геномов. Принципы сравнительного картирования. Внутривидовой полиморфизм геномов растений, методы анализа. Взаимодействие ядерного и хлоропластного геномов (на примере ядерных генов GUN-1,2,5 и РДФ-карбоксилазы). Гены Rubisco. Ядерные гены как регуляторы экспрессии хлоропластных генов. Доказательства эндосимбиотического происхождения пластид. Особенности организации Мт-генома, консервативность мт-генов и высокая вариабельность в порядке их расположения. Мобильные генетические элементы растений. Контролирующие элементы растений и история их открытия, от Б. Мак Клинтон до настоящего времени. Аси Ds-элементы <i>Z.mays</i> . Молекулярное одомашнивание транспозонов. Транспозонный мутагенез растений. Транспозоны как генетический инструмент для исследования функции гена и белка. Использование транспозонов для направленного мутагенеза и инактивации гена. Однокомпонентная система на основе Ac-элемента кукурузы с CaMV 35S-промотором. Двухкомпонентная системы Ac/Ds и другие системы транспозонов.	1-2 неделя	4	10	
5	2. Системы размножения растений и их генетический контроль	Генетические эффекты при вегетативном и половом размножении, при самоопылении и перекрестном оплодотворении. Несовместимость, Гетероморфная и гомоморфная. Механизмы однолокусной (S-локус) несовместимости: гаметофитная несовместимость с S-РНК-азным женским детерминантом (<i>Solanaceae</i>); спорофитная несовместимость с S-гликопротеиновыми женскими (SRK) и мужскими (SCR) детерминантами, роль siRNA в регуляции реакции самонесовместимости. Роль и функция белков Argonaute и RBR в контроле развития женского гаметофита. Координированное развитие зародыша и эндосперма, гены FIS2, FIE, MEA, PHERES1 <i>A.thaliana</i> . Гены MET1 и DME регуляторы экспрессии материнского аллеля гена MEA в эндосперме.	3 неделя	4	10	
5	3. Генетические методы селекции	Полиплоидия. Механизмы возникновения полиплоидов и их классификация, автополиплоиды и аллополиплоиды. Влияние полиплоидизации на экспрессию генов у аллополиплоидов: явление замолкания дублированных генов (реципрокное и органспецифичное), диверсификация функции, изменение уровня экспрессии. Эпигенетический механизм замолкания генов. Синтетические полиплоиды арабидопсис для изучения экспрессии дублированных генов в ряду поколений. Типы анеуплоидов. Моносомный и нуллисомный анализ на примере пшеницы. Генетическая схема получения межлинейных гибридов на основе мутаций ЦМС и восстановителей фертильности. Распространение практического применения явления ЦМС в селекции сельскохозяйственных культур.	4 неделя	4	10	

Сем	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятельного изучения	Сроки выполнения	Объем в часах		
				ОФО	ЗФО	ОЗФО
1	2	3	4	5	6	7
5	4. Генетика иммунитета растений	Молекулярно-генетические механизмы неспецифического врожденного иммунитета растений. Рецепторы врожденного неспецифического иммунитета и их лиганды. Структура рецепторов PRR. Активирующие их лиганды PAMP, HAMP, DAMP — чужеродный биоматериал, попавший на поверхность клетки. Консервативность рецепторов неспецифического иммунитета (на примере рецепторов флагеллина растений и животных). Другие компоненты иммунного ответа. Молекулярно-генетические механизмы специфического врожденного иммунитета. Эффекторные молекулы патогенов (элиситоры) и их рецепторы (R – белки).	5 неделя	4	10	
5	5. Генетика онтогенеза растений	ABC-модель генетического контроля развития цветка.	6 неделя	4	10	
5	6. Генетические технологии растений в решении задач селекции и семеноводства	Создание коинтегративных и бинарных векторов для переноса чужеродной ДНК. Использование селективных маркеров и репортерных генов. Трансгенные растения – продуценты фармацевтических белков, вакцин, антител. Трансформация хлоропластной ДНК. Геномное редактирование растений. Система CRISPR– Cas для получения целевых мутаций в различных растительных организмах. Типы мутаций, генерируемых CRISPR-Cas9. Редакторы цитозиновых оснований (CBE) и редакторы адениновых оснований (ABEs) на основе CRISPR и их особенности.	7-8 неделя	4	12	
5	7. Понятие сорта. Сортоиспытание	Искусственный отбор. Направленный отбор. Бессознательный отбор. Отбор эдафотипов. Отбор климатипов. Понятие об индивидуальном отборе (метод Педигри). Особенности применения методов отбора.	9 неделя	4	12	
5	8. Постоянная лесосеменная база.	Организация постоянной лесо-семенной базы. Типы скрещиваний, применяемые при гибридизации. Комбинационные скрещивания. Трансгрессивные скрещивания. Гетерозис. Особенности использования гибридов при лесовыращивании.	10 неделя	4	12	
5	9. Лесосеменные плантации	Организация лесо-семенных плантаций и работа в них. Обогащение исходного материала при интродукции. Методы сохранения генофонда. Сохранение генофонда лесных растений. Селекционный процесс в лесном хозяйстве.	11 неделя	4	12	
5	10. Единый генетико-селекционный комплекс.	Создание единого генетико-селекционного комплекса и работа в нем.	12 неделя	4	12	
5	11. Селекционные категории семян.	Категории семян для основных лесообразующих пород Республики Адыгея	13 неделя	4	12	
5	12. Вегетативное размножение растений.	Вегетативное размножение основных лесообразующих пород в Республике Адыгея. Размножение методом культуры ткани. Размножение растений черенкованием. Размножение растений отводками. Размножение растений прививкой.	14 неделя	4	12	
5	13. Получение посадочного материала растений методом клонального микро-размножения.	Получение посадочного материала в лесном хозяйстве в Республике Адыгея	15 неделя	6	12	
5	14. Селекция основных лесных пород.	Селекция ели. Селекция пихты. Селекция лиственницы. Селекция ясеня. Селекция березы. Селекция ольхи. Селекция дуба. Селекция акации белой.	16-17 неделя	5	13	
	15. Форма промежуточной аттестации		18 неделя			
	ИТОГО:			59	159	

5.9. Календарный график воспитательной работы по дисциплине

Модуль	Дата, место проведения	Название мероприятия	Форма проведения мероприятия	Ответственный	Достижения обучающихся
Модуль 3 Учебно-исследовательская и научно-исследовательская деятельность	11.2027 Лесничество г.Майкоп	Подготовка лесокультурной площади к посеву и посадке лесообразующих культур	Практическое занятие	Цику Д.М.	ПКУВ-3; ОПК-1; ОПК-1.1; ПКУВ-3.2; ПКУВ-3.3;

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1. Методические указания (собственные разработки)

Название	Ссылка
Методические рекомендации и тестовые задания по дисциплине «Лесная генетика, селекция и семеноводство» / ФГБОУ ВО Майкоп. гос. технол. ун-т ; составитель Сазонец Н.М. - Майкоп : б/и, 2021. - 15 с. - Библиогр.: с 14 (5 назв.)	http://lib.mkgtu.ru:8002/utills/libdata.php?id=2100052691

6.2. Литература для самостоятельной работ

Название	Ссылка
Потоцкая, И. В. Генетика лесных древесных пород : курс лекций : учебное пособие / И. В. Потоцкая, С. П. Кузьмина. — Омск : Омский ГАУ, 2018. — 116 с. — ISBN 978-5-89764-667-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/153542	https://e.lanbook.com/book/153542
Общая селекция растений : учебник для вузов / Ю. Б. Коновалов, В. В. Пыльнев, Т. И. Хупацария, В. С. Рубец. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 480 с. — ISBN 978-5-507-51155-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/505863	https://e.lanbook.com/book/505863
Вьюгина, Г. В. Селекция и семеноводство декоративных культур : учебник для вузов / Г. В. Вьюгина, С. М. Вьюгин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 224 с. — ISBN 978-5-507-54334-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/507503	https://e.lanbook.com/book/507503
Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие для вузов / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митютко. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-9773-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/200846	https://e.lanbook.com/book/200846
Савельев, В. А. Семенной контроль / В. А. Савельев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 236 с. — ISBN 978-5-507-45655-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/277088	https://e.lanbook.com/book/277088
Биотехнология : учебник и практикум для вузов / Е.А. Живухина, Н.В. Загоскина, Е.А. Калашникова, Л.В. Назаренко ; под ред. Н.В. Загоскиной, Л.В. Назаренко. - 4-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2025. - 384 с. - Текст : электронный. - (Высшее образование). - Urait. - ЭБС Юрайт. - URL: https://urait.ru/bcode/567470 . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-534-16026-0	https://urait.ru/bcode/567470
Жохова, Е.В. Ботаника : учебник для вузов / Е.В. Жохова, Н.В. Скляревская. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2025. - 206 с. - Текст : электронный. - (Высшее образование). - Urait. - ЭБС Юрайт. - URL: https://urait.ru/bcode/562529 . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-534-18007-7	https://urait.ru/bcode/562529
Пыльнев, В. В. Основы селекции и семеноводства : учебник для вузов / В. В. Пыльнев, А. Н. Березкин ; под редакцией В. В. Пыльнев. — 4-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 240 с. — ISBN 978-5-507-53660-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/515099	https://e.lanbook.com/book/515099
Осипова, Л.А. Генетика : учебник для вузов / Л.А. Осипова. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2025. - 482 с. - Текст : электронный. - (Высшее образование). - Urait. - ЭБС Юрайт. - URL: https://urait.ru/bcode/569226 . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-534-19777-8	https://urait.ru/bcode/569226



7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Этапы формирования компетенции (номер семестр согласно учебному плану)			Наименование учебных дисциплин, формирующие компетенции в процессе освоения образовательной программы
ОФО	ЗФО	ОЗФО	
ОПК-1.1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в области лесного и охотничьего хозяйства			
2	2		Агрохимия и агропочвоведение
1	1		Геодезия с основами лесного кадастра
1	1		Биология лесных растений
2	3		Дендрология и география лесов
2	2		Биология птиц и зверей
4	4		Информационные технологии
5	5		Цифровые технологии в профессиональной деятельности
6	6		Цифровая трансформация отрасли
5	6		Лесная генетика, селекция и семеноводство
8	8		Методика научных исследований в лесном деле
3	4		Лесная фитопатология и энтомология
2	2		Введение в лесное дело
2	2		История лесозащиты
3	3		Дендрофлора Северного Кавказа
3	3		Лесные птицы и звери Северного Кавказа
8	9		Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
56	56		Инженерная биология с основами ландшафтного планирования
5	5		Системы искусственного интеллекта
4	5		Биоэкономика

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
ОПК-1: Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий					
ОПК-1.1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в области лесного и охотничьего хозяйства					
Знать: Знать: основные принципы, законы, уровни организации живых систем, многообразие и систематику живых	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	тесты, контрольные работы, доклады



Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворит ельно	удовлетворител ьно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
организмов;					
Уметь: Уметь: применять различные методы изучения биологических объектов, базовые биологические знания для биоте хнологических исследований;	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	
Владеть: Владеть: навыками самостоятельной работы по освоению теоретического материала, экспе риментального биологического исследования	Частичное владение навыками	Несистематическо е применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
ОПК-1: Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий					
ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий					
Знать: Знать: основные принципы, законы, уровни организации живых систем, многообразие и систематику живых организмов; методы математического моделирования биологических процессов; основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; методы и принципы работы с компьютером как средством управления информацией	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	тесты, контрольные работы, доклады
Уметь: Уметь: применять различные методы изучения биологических объектов, базовые биологические знания для биоте хнологических исследований; строить модели, проводить их анализ; аналитически	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	



Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	неудовлетворит ельно	удовлетворител ьно	хорошо	отлично	
1	2	3	4	5	6
осмысливать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации					
Владеть: Владеть: навыками самостоятельной работы по освоению теоретического материала, экспе риментального биологического исследования; навыками анализа результатов математических расчетов биологических моделей; навыками работы с компьютером как средством управления информацией	Частичное владение навыками	Несистематическо е применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	

7.3. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Темы докладов и рефератов

1. Понятие предмета «Лесная генетика, селекция и семеноводство».
2. Этапы развития лесной селекции.
3. Понятия наследственности и наследования.
4. Изменчивость качественных признаков растений.
5. Наследование качественных признаков.



6. Естественный отбор.
7. Искусственный отбор.
8. Закон параллелизма.
9. Массовый отбор.
10. Отбор эдафотипов.
11. Отбор климатипов.
12. Понятие об индивидуальном отборе. Метод педигри.
13. Индивидуально-семейный отбор.
14. Семейно-групповой отбор.
15. Клоновый отбор.
16. Селекционная оценка насаждений.
17. Плюсовые деревья и плюсовые насаждения.
18. Постоянная лесосеменная база.
19. Единый генетико-селекционный комплекс.
20. Сохранение генетического фонда деревьев и насаждений.



Типовые вопросы для проведения промежуточной аттестации

1. Гомология и гомеологии геномов растений, паралогичные и ортологичные гены. Синтения и коLINEарность геномов. Принципы сравнительного картирования растений, роль модельных объектов.



2. Полиплоидия растений и ее типы, механизмы возникновения полиплоидов. Судьба дублированных генов у аллополиплоидов.
3. Гаметофитный контроль несовместимости, гены локусов несовместимости и механизм ее реализации на примере *Solanaceae*- и *Papaveraceae*.
4. Половые типы цветковых растений и генетические механизмы, обеспечивающие перекрестное оплодотворение. Молекулярно- генетические механизмы гаметофитной и спорофитной самонесовместимости.
5. Спорофитный контроль несовместимости, гены локусов несовместимости и механизм ее реализации на примере *Brassica*.
6. Цитоплазматическая мужская стерильность, ее природа, распространение и практическое использование. Роль митохондриального генома в проявлении ЦМС. Химерные митохондриальные гены.
7. Парамутации как специфический тип взаимодействия аллелей. Понятия парамутегенности и парамутабельности. Эпигенетический механизм проявления парамутаций.
8. Индукция мутаций у растений и особенности их выявления. Генетически эффективные клетки апикальной меристемы. Значение размера популяций M1 и M2 для выделения мутаций.
9. Специфичность ЭМС-индуцированных мутаций. Методы обратной генетики для установления функции гена, TILLING и Delet-a-gene.
10. Инсерционный T-ДНК мутагенез и выявление трансформантов в T1 и T2 поколениях.
11. Мобильные генетические элементы и их распространение у растений.
12. Транспозонный мутагенез, одно и двухкомпонентные системы на основе Ac и Ds элементов.
13. Гены, контролирующие независимое развитие эндосперма у покрытосеменных растений. Понятие импринтинга на примере гена *MEDEA* арабидопсис.
14. Иммуитет растений, его основные типы. Молекулярно- генетические основы неспецифичного активного иммунитета и специфичного активного иммунитета.
15. Генетический контроль определения типа органов цветка. ABC-модель (логика построения).



16. Доказательства правильности ABC-модели (предсказание фенотипа двойных мутантов; подтверждение ABC-модели с использованием трансгенных растений арабидопсис; молекулярно-генетическая проверка модели).
17. Молекулярные механизмы взаимодействия генов В-класса. Фенотип мутантов по генам В-класса.
18. Примеры парамутаций; молекулярные механизмы их возникновения.
19. Индукция мутаций у растений и особенности их выявления. Генетически эффективные клетки апикальной меристемы. Значение размера популяций M1 и M2 для выделения мутаций.
20. Специфичность ЭМС-индуцированных мутаций. Методы обратной генетики для установления функции гена, TILLING и Delet-a-gene.
21. Инсерционный Т-ДНК мутагенез и выявление трансформантов в T1 и T2 поколениях.
22. Мобильные генетические элементы и их распространение у растений.
23. Транспозонный мутагенез, одно и двухкомпонентные системы на основе Ac и Ds элементов.
24. Гены, контролирующие независимое развитие эндосперма у покрытосеменных растений. Понятие импринтинга на примере гена *MEDEA* арабидопсис.
25. Иммуитет растений, его основные типы. Молекулярно- генетические основы неспецифичного активного иммунитета и специфичного активного иммунитета.
26. Генетический контроль определения типа органов цветка. ABC-модель (логика построения).
27. Доказательства правильности ABC-модели (предсказание фенотипа двойных мутантов; подтверждение ABC-модели с использованием трансгенных растений арабидопсис; молекулярно-генетическая проверка модели).
28. Молекулярные механизмы взаимодействия генов В-класса. Фенотип мутантов по генам В-класса.
29. Примеры парамутаций; молекулярные механизмы их возникновения.
30. Молекулярные механизмы эпигенетических изменений (привести примеры).
31. Понятие импринтинга на примере генов *R* кукурузы и *MEDEA* арабидопсис.



Примерные вопросы и темы домашних заданий

1. Указать особенности организации растений как объектов генетических исследований.
2. Значение модельных объектов в генетике растений.
3. Указать типы полиплоидов и различие между ними.
4. Пояснить термины гомологии и гомеологии генов и геномов.
5. Объяснить суть терминов синтения и колинеарность групп сцепления.
6. Что такое сравнительное картирование?
7. Роль полиплоидии в эволюции геномов растений.
8. Генетические эффекты дупликаций.
9. Типы самонесовместимости- гаметофитная или спорофитная.
10. Как определить тип самонесовместимости.
11. Проявление ЦМС и ее причины.
12. Химерные гены митохондрий и ЦМС.
13. Вторичный эндосперм и гены, контролирующие его развитие.
14. Импринтинг гена MEA.
15. Методы получения индуцированных мутаций.
16. Особенности метода Tilling на основе ЭМС-индуцированных мутаций.
17. Расчет размера выборок для выявления специфических мутаций.
18. Мобильные элементы Ac и Dsi их использование для маркирования генома арабидопсис.
19. Иммуитет растений – специфический и неспецифический.



20. Гомология и гомеология генов и геномов.
21. Синтения и колинеарность групп сцепления.
22. Сравнительное картирование.
23. Особенности метода Tillingна основе ЭМС-индуцированных мутаций.
24. Расчет выборок для выявления специфических мутаций.
25. Мобильные элементы Ac и Dsi их использование для маркирования генома арабидопсис.

Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации Вопросы к экзамену по дисциплине «Лесная генетика, селекция и семеноводство» для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения

1. Понятие предмета «Лесная генетика, селекция и семеноводство».
2. Этапы развития лесной селекции.
3. Понятия наследственности и наследования.
4. Изменчивость качественных признаков растений.
5. Наследование качественных признаков.
6. Естественный отбор.
7. Искусственный отбор.
8. Закон параллелизма.
9. Массовый отбор.
10. Отбор эдафотипов.



11. Отбор климатипов.
 12. Понятие об индивидуальном отборе. Метод педигри.
 13. Индивидуально-семейный отбор.
 14. Семейно-групповой отбор.
 15. Клоновый отбор.
 16. Селекционная оценка насаждений.
 17. Плюсовые деревья и плюсовые насаждения.
 18. Постоянная лесосеменная база.
 19. Единый генетико-селекционный комплекс.
 20. Сохранение генетического фонда деревьев и насаждений.
-
21. Лесосеменные плантации I порядка.
 22. Лесосеменные плантации повышенной генетической ценности и II порядка.
 23. Маточные плантации.
 24. Архивы клонов.
 25. Постоянные лесосеменные участки.



26. Временные лесосеменные участки.
27. Географические и популяционно-экологические культуры.
28. Уход за лесными селекционно-семеноводческими объектами.
29. Размножение методом культуры ткани.
30. Размножение растений черенкованием.
31. Размножение растений отводками.
32. Размножение растений прививкой.
33. Испытательные культуры.
34. Отбор на плодовую продуктивность.
35. Генетическая оценка деревьев и насаждений. Специфическая комбинационная способность,
общая комбинационная способность.
36. Селекционные категории семян лесных растений.
37. Понятие сорта в лесной селекции.
38. Классификация сортов по способам воспроизводства.
39. Классификация сортов по генетическому составу.



40. Классификация сортов по способам выведения.

41. Классификация сортов по способам использования.

42.. Типы скрещиваний, применяемые при гибридизации лесных пород.

43. Комбинационные скрещивания.

44. Трансгрессивные скрещивания.

45. Гетерозис.

46. Особенности использования гибридов при лесовыращивании.

47. Полиплоидия.

48. Мутагенез в лесной селекции.

49. Генная инженерия.

50. Схема селекционного процесса в лесном хозяйстве.

51.Селекция сосны обыкновенной.

52. Селекция ели европейской и сибирской.

53. Селекция пихты.

54. Селекция дуба.



55. Селекция бука.

56. Селекция лиственницы.

57. Селекция ясеня.

58. Селекция тополя.

59. Селекция осины.

60. Селекция ивы.

61. Селекция березы.

62. Селекция ольхи.

63. Селекция ореха грецкого.

64. Селекция лещины.

65. Селекция лжетсуги Мензиса.

66. Селекция дуба красного (северного).

67. Селекция акации белой.

Контрольные задания для проведения текущего контроля знаний



Вариант 1

1. Понятие предмета «Лесная генетика, селекция и семеноводство».
2. Понятие об индивидуальном отборе. Метод педигри.

Вариант 2

1. Этапы развития лесной селекции.
2. Индивидуально-семейный отбор.

Вариант 3

1. Понятия наследственности и наследования.
2. Семейно-групповой отбор.

Вариант 4

1. Изменчивость качественных признаков растений.
2. Клоновый отбор.

Вариант 5

1. Наследование качественных признаков.
2. Селекционная оценка насаждений.

Вариант 6

1. Естественный отбор.



2. Плюсовые деревья и плюсовые насаждения.

Вариант 7

1. Искусственный отбор.

2. Постоянная лесосеменная база.

Вариант 8

1. Закон параллелизма.

2. Единый генетико-селекционный комплекс.

Вариант 9

1. Массовый отбор.

2. Понятие сорта в лесной селекции.

Вариант 10

1. Отбор эдафотипов.

2. Классификация сортов по генетическому составу.

Вариант 11

1. Отбор климатипов.



2. Классификация сортов по способам выведения.

Вариант 12

1. Типы скрещиваний, применяемые при гибридизации лесных пород.

2. Мутагенез в лесной селекции.

Вариант 13

1. Размножение растений прививкой.

2. Метод интродукции в селекции лесных растений.

Тестовые задания для контроля знаний

Вариант 1

1. Что понимают под селекцией:

а. методы создания сортов и гибридов растений, пород животных с нужными человеку признаками

б. наука о наследственности и изменчивости организмов и методы управления ими

в. отбор наиболее ценных сортов растений и пород животных

2. Фенотипическая изменчивость может быть:

а. генотипическая

б. смешанная



в. внутривидовую и внутриорганизменную

3. В каком году О.Г. Капер впервые в нашей стране дал полную картину характера поведения

климатических экотипов.

а. 1948

б. 1946

в. 1954

4. Клон - это:

а. естественное создание растений и животных

б. генетически однородное потомство одного вегетативно размножаемого (черенками, корнями,

корневыми отпрысками, почками) растений

в. потомство перекрестноопыляемого растения



5. Гетерозис сохраняется:

а. только в популяции

б. во всех поколениях

в. в первом поколении

6. Сорт - это

а. совокупность лесных древесных растений, произрастающих естественно в природе

б. совокупность особей, возобновляющаяся за счет панмиксии

в. группа растений, которая независимо от охраноспособности определяется по признакам, характеризующим данный генотип комбинацию генотипов и отличается от других групп растений того же вида одним или несколькими признаками

7. Какой способ размножения позволяет полностью наследовать генотип?

а. половой

б. бесполой



в. вегетативный

8. В чем выражается гетерозис?

а. повышение продуктивности гибрида

б. сохранение продуктивности материнской формы

в. сохранение продуктивности отцовской формы

9. Как получают гетерозисные гибриды у растений?

а. вегетативным путем

б. путем скрещивания

в. отбором в популяции



10. Полиплоидия связана с:

а. увеличением набора хромосом

б. уменьшением набора хромосом

в. неизменным набором хромосом

Вариант 2

1. Метод выделения отдельных особей среди сельскохозяйственных культур и получения от них потомства называется...

а. Массовым отбором

б. Межлинейной гибридизацией

в. Отдаленной гибридизацией

г. Индивидуальным отбором

1. Межвидовые растительные гибриды обычно:



а. бесплодны

б. дают высокий урожай семян.

в. хорошо скрещиваются

2. Селекция дословно означает:

а. отдаленная гибридизация

б. отбор, выбор

в. индивидуальный отбор

3. Центром происхождения культурных растений Н. И. Вавилов считал районы, где

а. обнаружено наибольшее генетическое разнообразие по данному виду растений



б. обнаружена наибольшая плотность произрастания данного вида

в. впервые выращен данный вид растений человеком

г. ни один ответ не верен

6. Самооплодотворение у культурных растений в ряду поколений приводит к:

а. повышению продуктивности

1. Межвидовые растительные гибриды обычно:

а. бесплодны

б. дают высокий урожай семян

в. хорошо скрещиваются

2. Селекция дословно означает:



а. отдаленная гибридизация

б. отбор, выбор

в. индивидуальный отбор

3. Центром происхождения культурных растений Н. И. Вавилов считал районы, где

а. обнаружено наибольшее генетическое разнообразие по данному виду растений

б. обнаружена наибольшая плотность произрастания данного вида

в. впервые выращен данный вид растений человеком

г. ни один ответ не верен



Рис. 1. Выращивание и подготовка подвоя к прививке и нарезка черенков привоя:

1. *а* — посев семян плюсового дерева сосны, всходы; *б* — однолетний подвой; *б* — двухлетний подвой; *г* — подготовка подвоя к прививке.

2. Черенки: *а* — сосны; *б* — ели.

3. Нарезка черенков: *а* — сосны; *б* — ели.

Рис. 2. Подготовка черенков к прививке и некоторые этапы прививки.

1. Черенки: *а* - ели; *б* — сосны; *б* — лиственницы (летний); *г* — пихты; *д* — сосны сибирской кедровой.

2. Прививка сердцевинной на камбий: *а* - срез на подвое (*1* — корка, *2* — луб, *3* — камбий); *б* — срез на привое (*1* - корка, *2* — луб,

3 - камбий, *4* — сердцевина); *в* - срез на привое, вид сбоку; *г* - закрепление черенка при прививке обвязкой; *д* — обвертка

полихлорвинилой лентой; *е* - посадка на шип; *ж* — посадка на пень и обрезка побегов подвоя.

Рис. 3. Основные способы прививки древесных пород:



а — аблактировка, б — копулировка простая и улучшенная, в — окулировка глазком, г — в расщеп, д — в боковой зарез, е — напень в кору

Лабораторная работа №4

Тема: «Клональное микроразмножение древесных растений»

Как уже отмечалось ранее, традиционным способом получения клонов у древесных видов растений является черенкование с последующим укоренением черенков или прививкой. Клональное микроразмножение является принципиально новым способом получения клонов, основанным на методе культуры органов и клеток *in vitro*. С помощью этого способа за довольно короткий срок можно получить большое количество однородного посадочного материала. *Клональным микроразмножением* называют массовое бесполое размножение растений в культуре тканей и клеток, при котором возникшие формы растений генетически идентичны исходному экземпляру. Клональное микроразмножение значительно ускоряет селекционный процесс; при размножении растений в культуре тканей происходит оздоровление посадочного материала, освобождение его от патогенных микроорганизмов и во многих случаях от вирусов. Методом культуры тканей удастся размножить растения, которые с трудом или совсем не размножаются вегетативно.

Общая характеристика метода клонального микроразмножения

В зависимости от вида исходного материала (эксплантата, или экспланта) и характера морфогенетических процессов различаются типы, или методы клонального микроразмножения. Для древесных растений наиболее распространенной является классификация, согласно которой микроклонирование можно проводить тремя путями:

- стимуляцией распускания пазушных почек;
- индукцией образования придаточных почек и адвентивных побегов из них;
- соматическим эмбриогенезом.

Для лиственных пород применимы все три пути; для хвойных — только второй и третий.



Метод клонального микроразмножения путем стимуляции распускания существующих на побеге пазушных почек основан на снятии апикального доминирования, что достигается или удалением апекса побега, или гормональной обработкой, или сочетанием того и другого. При этом во всех случаях развившиеся побеги отделяют и повторно культивируют на питательной среде, стимулирующей пролиферацию (прорастание) пазушных меристем.

Образование адвентивных (придаточных) побегов как метод микроразмножения основан на способности изолированных частей растения при определенных условиях регенерировать целое растение. Почти любые органы и ткани растений можно использовать в качестве эксплантата, если их удастся надежно стерилизовать.

Соматические эмбрионы могут возникать или в культуре каллуса, или непосредственно в культуре тканей экспланта. Для индукции соматического эмбриогенеза у разных видов растений необходимы специфические для данного вида регуляторы роста.

Накопленный к настоящему времени значительный опыт по клональному микроразмножению древесных растений свидетельствует о том, что эффективность этого метода зависит от морфогенетической и регенерационной активности изолированных органов, тканей и клеток растения, что в значительной степени связано с видовыми и генотипическими особенностями дерева, его возрастом и физиологическим состоянием, условиями культивирования эксплантов и особенностями питательной среды. Поэтому универсальной технологии клонального микроразмножения, пригодной для всех растений или даже одной группы растений, нет. Питательные среды и условия культивирования, так же как тип клонального микроразмножения, для каждого вида, а часто и для конкретного генотипа подбираются опытным путем.

Организация работ по клональному микроразмножению растений

Многие операции по микроразмножению растений должны проводиться в стерильных условиях. С учетом этого основного требования приобретается оборудование и подбираются помещения. Лаборатория, в которой будут проводиться работы по клональному микроразмножению, помимо комнат для сотрудников, должна иметь ряд специализированных комнат, в первую очередь комнату для стерилизации питательных сред, инструмента, посуды. Эту комнату оборудуют автоклавами, сушильными шкафами, дистиллятором, установленным над раковиной. Следующая комната, в которой готовятся питательные среды, должна быть оборудована техническими и аналитическими весами, *pH-метром*, водяными банями, вытяжным шкафом. В этой комнате находятся физические и химические столы, шкафы и полки для размещения реактивов, приборов, посуды.

В связи с большим количеством стеклянной посуды, используемой в работе, необходимо предусмотреть моечную комнату с глубокой и широкой мойкой и несколькими раковинами с холодной и горячей водой. В лаборатории должна быть комната, оборудованная ламинарными боксами. Ламинар-бокс представляет собой небольшую камеру, в которую воздух подается под давлением через специальные фильтры. Избыточное давление, создаваемое внутри рабочего объема камеры, препятствует попаданию в камеру неочищенного воздуха. В большой лаборатории должна быть климатическая камера. В этой камере автоматически регулируется освещенность, температура, влажность и фотопериод. Камеру оборудуют стеллажами, на которые устанавливают штативы с пробирками, культуральные колбы. Для выращивания в почве размноженных в культуре органов и тканей регенерантов следует иметь специальную теплицу.



Эффективность микроразмножения в значительной степени определяется правильным выбором питательной среды. Для культивирования органов и тканей растений чаще применяют твердую агарсодержащую среду, так как в жидкой среде эксплантаты тонут. Любая питательная среда включает следующие группы веществ: макро- и микроэлементы, углеводы, витамины, аминокислоты, регуляторы роста гормональной природы.

При клональном микроразмножении растений наиболее часто используют среду Мурасиге — Скуга (Murashige, Skoog, 1962). Отличительной особенностью этой среды является высокая концентрация неорганического азота. Уровень солей в среде Мурасиге — Скуга в некоторых случаях оказался неоправданно высоким и токсичным для эксплантов. Поэтому для древесных растений некоторые исследователи отдают предпочтение среде WPM (Woody Plant Medium). Эта среда отличается от среды Мурасиге — Скуга (MS) тем, что содержит меньше азотнокислого аммония, а вместо азотнокислого калия добавляется азотнокислый кальций (табл. 1).

Таблица 1 Состав некоторых питательных сред

(из Абуја, 1983, концентрация вещества указана в миллиграммах на литр)

Вещество	MS	WPM	АСМ*
<i>Неорганические вещества</i>			
NH ₄ NO ₃	1650	400	400
KNO ₃	1900	—	—
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	—	556	556
MgSO ₄ ·7H ₂ O	—	990	990
CaCl ₂ ·2H ₂ O	440	96	96
MgSO ₄ ·7H ₂ O	370	370	370
KH ₂ PO ₄	170	170	170
Na ₂ EDTA·2H ₂ O	37,25	37,30	—
FeSO ₄ ·7H ₂ O	27,85	27,85	—
Sodium Ferric EDTA	—	—	30,0
MnSO ₄ ·4H ₂ O	22,3	22,3	22,3
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	8,6	8,6	8,6
H ₃ BO ₃	6,2	6,2	6,2
Ю	0,83	—	0,83
Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	0,25	0,25	0,25
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0,025	0,25	0,025
CoCl ₂ ·6H ₂ O	0,025	—	0,025
<i>Органические вещества</i>			
Тиамин HCl	0,1	1,0	0,1
Никотиновая кислота	0,5	0,5	0,5
Пиридоксин HCl	0,5	0,5	0,5
Глицин	2,0	2,0	—
Лизин	—	—	100
Мио-инозитол	100	100	100
Сахароза	30 000	30 000	30 000
* АСМ (Aspen Culture Medium) — среда для культивирования осины			



Обязательным условием является присутствие в среде кроме элементов питания гормональных факторов или имитаторов их действия. Известно пять групп соединений, относящихся к категории фитогормонов. Это цитокинины, ауксины, гиббереллины, абсцизовая кислота и этилен. При *invitro* было выявлено, что для дедифференциации, превращения специализированной клетки в меристематическую, способную к делению, необходимо участие двух и более гормонов, относящихся к разным группам.

Цитокинины снимают апикальное доминирование и индуцируют развитие пазушных почек, нарушают покой и стимулируют рост покоящихся органов. Они регулируют рост соматических зародышей и формирование растений; необходимы для дифференциации стеблевых почек в культуре каллусных клеток и при регенерации побегов из клеток эксплантов. К группе цитокининов относятся: кинетин, БАП (6-бензиламинопурин), зеатин и др. Дополнительное введение в питательную среду некоторых аминокислот — тирозина, фенилаланина, а также фосфатов, способствует усилению эффекта цитокининов.

Ауксины влияют на деление, растяжение клеток и дифференцировку. Наиболее выраженный органогенный эффект ауксина — это стимуляция образования корней. К группе ауксинов относятся: ИУК (р-индол-3-уксусная кислота), индолилмасляная кислота (ИМК), нафтилуксусная кислота (НУК), 2,4-D.

Гиббереллины — обширный класс соединений, включающий более 30 веществ. В микроразмножении растений в основном используется гибберелловая кислота (ГК). Экзогенные гиббереллины усиливают рост и вытягивание стебля, листьев. Гиббереллины вносят в питательную среду в основном с целью ускорить рост сформировавшихся почек и получить растения с хорошо развитой надземной частью.

С помощью низких концентраций экзогенных фитогормонов принципиально возможна индукция и стимуляция различных морфогенетических реакций в культуре тканей. При высокой гормональной насыщенности питательной среды наблюдается угнетение общей активности клеток вплоть до их гибели. Эту специфику реакций культивируемых тканей и органов растений на введение фитогормонов следует учитывать при использовании регуляторов роста с целью размножения растений.

Процессы индукции органогенеза и соматического эмбриогенеза обнаруживают различную зависимость от экзогенных фитогормонов. Если индукция корнеобразования четко связана с увеличением концентрации ауксина в питательной среде и то же самое можно признать в отношении кинетина в побегообразовании, то эмбриогенез в достаточной степени независим от экзогенных фитогормонов. Только первые моменты индукции требуют присутствия гормонов, тогда как дальнейшее развитие зародыша является процессом, не зависящим от экзогенных гормональных факторов. Развивающийся зародыш сам делается источником необходимых для его развития гормонов.

В целях экономии труда и времени при создании питательных сред готовят исходные запасные растворы. Рецепты запасных растворов для приготовления питательной среды Мурасиге — Скуга приведены ниже (концентрация указана в миллиграммах на литр).

Раствор I		Раствор II		
NH ₄ NO ₃	33 000	KJ	166	
KNO ₃	38 000	H ₃ BO ₃	1240	
CaCl ₂ 2H ₂ O	8 800	MnSO ₄ 4H ₂ O	4	
			460	
MgSO ₄ 7 H ₂ O	7 400	ZnSO ₄ 7H ₂ O	1720	
KH ₂ PO ₄	3 400	Na ₂ MoO ₄ 2H ₂ O	50	
		CuSO ₄ 5H ₂ O	5	



		CoCl ₂ 6H ₂ O	5	
Раствор III		Раствор IV		
FeSO ₄ 7H ₂ O	5 560	Инозитол	20	
Na ₂ EDTA	27 460	Никотиновая к-та		100
H ₂ O		Пиридоксин HCl		100
		Тиамин HCl		100
		Глицин		400

При приготовлении раствора III FeSO₄ 7H₂O и Na₂EDTA 2H₂O растворяют отдельно в 450 мл дистиллированной воды (подогревая и постоянно помешивая раствор), затем смешивают, устанавливают pH=5,5 и добавляют воды до 1 л. Последовательность приготовления питательной среды с использованием запасных растворов следующая:

- Необходимое количество агара и сахарозы растворяют в 750 мл дважды (для гарантии стерильности) дистиллированной воды. Делают это на водяной бане при повышенной температуре или в автоклаве при пониженном давлении. Конечная концентрация агара должна быть 0,8-1,0%.

- Добавляют по 50 мл запасных растворов I и II и по 5 мл запасных растворов III и IV.

- Количество раствора доводят до 1 л.

Готовая среда охлаждается при комнатной температуре и хранится при 4°C.

Условия культивирования и этапы микроразмножения

После тщательного перемешивания компонентов питательной среды регулируется pH всей смеси путем добавления 0,1 N NaOH и 0,1 N HCl. Для среды Мурасиге — Скуга устанавливается на уровне 5,7-5,8, у среды для культивирования древесных растений (WPM) оптимальная pH=5,2.

Факторы окружающей среды, такие как свет, температура и состав воздуха, могут влиять на рост и развитие клеток в культуре органов и тканей. Действие этих факторов взаимосвязано. Обычно микроклональное размножение древесных растений проводят при нормальной комнатной температуре и при сохранении того фотопериода, который наблюдается в это время в природе. Чтобы установить оптимальные параметры внешней среды, для многих видов древесных растений необходимо провести дополнительные исследования.

Процесс микроразмножения растений состоит из нескольких этапов. Большинство исследователей выделяют три этапа: эксплантирование исходного материала, собственно микроразмножение, укоренение размноженных побегов. При получении посадочного материала древесных растений методом микроклонального целесообразно выделить и четвертый этап — адаптации регенерантов к нестерильным условиям среды (рис. 1).



Отбор эксплантов и введение их в культуру. Для микроразмножения древесных растений используют два основных типа исходного материала: 1) ювенильный (семена и их отдельные части, а также части проростков); 2) молодые ткани взрослых растений (почки, хвоя, ткани листа, побеги). Чаще в качестве экспланта служит ювенильный материал.

Перед введением в культуру материал стерилизуют. Установлено, что из всех видов растений древесные породы — самый трудный и сложный объект для получения культуры тканей, так как все типы исходного материала у них сильно заражены (Г.П. Бутова, 1989). Стерилизацию проводят очень осторожно, чтобы не повредить нежные ткани экспланта; концентрация стерилизующих агентов подбирается на возможно более низком уровне.

Стерилизующие растворы могут быть разделены на несколько групп. Первая из них включает растворы, содержащие активный хлор: хлорамин, хлорная известь, гипохлорит кальция и гипохлорит натрия. Хлорамин используется чаще. Этот препарат наряду с гипохлоритами обладает наименее выраженным токсическим действием.

Вторая группа включает ртутьсодержащие растворы, обладающие наибольшим дезинфицирующим эффектом: хлорид ртути и диацид. Растворы второй группы используют в тех случаях, когда препараты первой группы оказались неэффективными.

Иногда материал стерилизуют перекисью водорода или раствором иода.

Для повышения эффективности стерилизации практикуется последовательное применение стерилизующего агента с 70%-ным этиловым спиртом. Эксплант опускают на 1-3 с в спирт, а затем переносят в стерилизующий раствор. Перед посадкой на питательную среду материал ополаскивают в стерильной воде.

Рис. 1. Схема этапов клонального микроразмножения на примере берёзы: I - отбор эксплантов и введение в культуру; II - мультипликация побегов; III - ризогенез; IV — адаптация к нестерильным условиям среды

Мультипликация побегов. При правильно подобранной питательной среде, надежной стерилизации и подходящих условиях культивирования в пробирке или колбе образуется несколько побегов. Часть из них пересаживают на новую среду для образования корней, а другую повторно культивируют для увеличения количества побегов. Этот процесс повторяют многократно до получения требуемого количества посадочного материала.

Ризогенез. Питательная среда для культивирования побегов с целью образования на них корней обычно несколько отличается от среды, которая использовалась на первом этапе. Установлено, что для многих растений необходимо использовать среду с низким содержанием солей. Так, в среде Мурасиге — Скуга концентрация солей уменьшается в два или даже в четыре раза. Некоторые травянистые растения не нуждаются в добавлении в среду регуляторов роста, но чаще требуются ауксины. Время, необходимое для



формирование корней, варьирует от 10 до 15 дней. Растения из пробирки пересаживают, когда корни достигнут 5 мм длины. Более длинные корни могут при пересадке ломаться.

Адаптация к нестерильным условиям среды. Для переноса растений из культуральных сосудов в почву требуется особая осторожность. Корни промываются для удаления налипшей на них питательной среды. Первые 10-15 дней в теплице поддерживается высокая влажность (90-100%). Для древесных растений в этих целях используют установки искусственного тумана. Также необходимо защищать растения от прямого солнечного света.

Клональное микроразмножение — принципиально новый способ получения клонов у древесных растений. Одним из важных преимуществ этого способа является то, что удастся тиражировать растения, которые с трудом или совсем не размножаются вегетативно, черенками или прививкой. Массовое использование клонального микроразмножения позволяет перевести искусственное лесовосстановление на более высокий уровень, улучшить культуру лесохозяйственного производства. Так же как совершенствование приемов и методов лесного семеноведения определяет прогресс в других областях лесной науки, клональное микроразмножение способствует внедрению в лесное хозяйство достижений лесной селекции, семеноводства и сортовыведения.

Универсальной технологии клонального микроразмножения нет; питательные среды и условия культивирования подбираются для каждого вида, а часто и для индивидуального древесного растения опытным путем, защищены свидетельствами на изобретение и патентами. Вопрос о приобретении патента в каждом конкретном случае должен решаться специалистами с учетом технологических возможностей предприятия, ценности вида или сорта, экономической целесообразности.



7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Требования к контрольной работе

Контрольная работа представляет собой один из видов самостоятельной работы обучающихся. По сути – это изложение ответов на определенные теоретические вопросы по учебной дисциплине, а также решение практических задач. Контрольные проводятся для того, чтобы развить у обучающихся способности к анализу научной и учебной литературы, умение обобщать, систематизировать и оценивать практический и научный материал, укреплять навыки овладения понятиями определенной науки и т. д.

При оценке контрольной преподаватель руководствуется следующими критериями:

- работа была выполнена автором самостоятельно;
- обучающийся подобрал достаточный список литературы, который необходим для осмысления темы контрольной;
- автор сумел составить логически обоснованный план, который соответствует поставленным задачам и сформулированной цели;
- обучающийся проанализировал материал;
- контрольная работа отвечает всем требованиям четкости изложения и аргументированности, объективности и логичности, грамотности и корректности;
- обучающийся сумел обосновать свою точку зрения;
- контрольная работа оформлена в соответствии с требованиями;
- автор защитил контрольную и успешно ответил на все вопросы преподавателя.



Контрольная работа, выполненная небрежно, не по своему варианту, без соблюдения правил, предъявляемых к ее оформлению, возвращается без проверки с указанием причин, которые доводятся до обучающегося. В этом случае контрольная работа выполняется повторно.

Вариант контрольной работы выдается в соответствии с порядковым номером в списке студентов.

Критерии оценки знаний при написании контрольной работы

Отметка «отлично» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов контрольной работы и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Отметка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Отметка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными понятиями выносимых на контрольную работу тем, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Отметка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания выносимых на контрольную работу вопросов тем дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий и не умеет использовать полученные знания.

Требования к выполнению тестового задания

Тестирование является одним из основных средств формального контроля качества обучения. Это метод, основанный на стандартизированных заданиях, которые позволяют измерить психофизиологические и личностные характеристики, а также знания, умения и навыки испытуемого.

Основные принципы тестирования, следующие:

- связь с целями обучения - цели тестирования должны отвечать критериям социальной полезности и значимости, научной корректности и общественной поддержки;
- объективность - использование в педагогических измерениях этого принципа призвано не допустить субъективизма и предвзятости в процессе этих измерений;
- справедливость и гласность - одинаково доброжелательное отношение ко всем



обучающимся, открытость всех этапов процесса измерений, своевременность ознакомления обучающихся с результатами измерений;

– систематичность – систематичность тестирований и самопроверок каждого учебного модуля, раздела и каждой темы; важным аспектом данного принципа является требование репрезентативного представления содержания учебного курса в содержании теста;

- гуманность и этичность - тестовые задания и процедура тестирования должны исключать нанесение какого-либо вреда обучающимся, не допускать ущемления их по национальному, этническому, материальному, расовому, территориальному, культурному и другим признакам;

Важнейшим является принцип, в соответствии с которым тесты должны быть построены по методике, обеспечивающей выполнение требований соответствующего федерального государственного образовательного стандарта.

В тестовых заданиях используются четыре типа вопросов:

– закрытая форма - является наиболее распространенной и предлагает несколько альтернативных ответов на поставленный вопрос. Например, обучающемуся задается вопрос, требующий альтернативного ответа «да» или «нет», «является» или «не является», «относится» или «не относится» и т.п. Тестовое задание, содержащее вопрос в закрытой форме, включает в себя один или несколько правильных ответов и иногда называется выборочным заданием. Закрытая форма вопросов используется также в тестах-задачах с выборочными ответами. В тестовом задании в этом случае сформулированы условие задачи и все необходимые исходные данные, а в ответах представлены несколько вариантов результата решения в числовом или буквенном виде. Обучающийся должен решить задачу и показать, какой из представленных ответов он получил.

– открытая форма - вопрос в открытой форме представляет собой утверждение, которое необходимо дополнить. Данная форма может быть представлена в тестовом задании, например, в виде словесного текста, формулы (уравнения), графика, в которых пропущены существенные составляющие - части слова или буквы, условные обозначения, линии или изображения элементов схемы и графика. Обучающийся должен по памяти вставить соответствующие элементы в указанные места («пропуски»).

– установление соответствия - в данном случае обучающемуся предлагают два списка, между элементами которых следует установить соответствие;

– установление последовательности - предполагает необходимость установить правильную последовательность предлагаемого списка слов или фраз.

Критерии оценки знаний при проведении тестирования

Отметка «отлично» выставляется при условии правильного ответа не менее чем 85% тестовых заданий;

Отметка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа не менее чем 70 % тестовых заданий;



Отметка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа не менее 50 %;

Отметка «неудовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа менее чем на 50 % тестовых заданий.

Результаты текущего контроля используются при проведении промежуточной аттестации.

Требования к написанию реферата

Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Реферат должен быть структурирован (по главам, разделам, параграфам) и включать разделы: введение, основная часть, заключение, список использованных источников. В зависимости от тематики реферата к нему могут быть оформлены приложения, содержащие документы, иллюстрации, таблицы, схемы и т.д. Объем реферата – 15-20 страниц печатного текста, включая титульный лист, введение, заключение и список литературы.

Его задачами являются:

1. Формирование умений самостоятельной работы с источниками литературы, их систематизация;
2. Развитие навыков логического мышления;
3. Углубление теоретических знаний по проблеме исследования.

При оценке реферата используются следующие критерии:

- новизна текста;
- обоснованность выбора источника;
- степень раскрытия сущности вопроса;
- соблюдения требований к оформлению.

Критерии оценивания реферата:



Отметка «отлично» – выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

Отметка «хорошо» – основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала, отсутствует логическая последовательность в суждениях, не выдержан объём реферата, имеются упущения в оформлении, не допускает существенных неточностей в ответе на дополнительный вопрос.

Отметка «удовлетворительно» – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично, допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы, во время защиты, отсутствует вывод.

Отметка «неудовлетворительно» – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Критерии оценки знаний на экзамене

Экзамен может проводиться в форме устного опроса по билетам (вопросам) или без билетов, с предварительной подготовкой или без подготовки, по усмотрению преподавателя. Экзаменатор вправе задавать вопросы сверх билета, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи по программе данного курса.

Экзаменационные билеты (вопросы) утверждаются на заседании кафедры и подписываются заведующим кафедрой. В билете должно содержаться не более трех вопросов. Комплект экзаменационных билетов по дисциплине должен содержать 25-30 билетов.

Экзаменатор может проставить экзамен без опроса или собеседования тем студентам, которые активно участвовали в семинарских занятиях.

Отметка «отлично» - студент глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, тесно увязывает теорию с практикой. Студент не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, заданиями и другими видами применения знаний, показывает знания законодательного и нормативно-технического материалов, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ, обнаруживает умение самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.

Отметка «хорошо» - студент твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми навыками при выполнении практических заданий.

Отметка «удовлетворительно» - студент усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки,



нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

Отметка «неудовлетворительно» - студент не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические работы.



8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература

Название	Ссылка
Методические рекомендации и тестовые задания по дисциплине «Лесная генетика, селекция и семеноводство» / ФГБОУ ВО Майкоп. гос. технол. ун-т ; составитель Сазонец Н.М. - Майкоп : б/и, 2021. - 15 с. - Библиогр.: с 14 (5 назв.)	http://lib.mkgtu.ru:8002/utills/libdata.php?id=2100052691
Биотехнология : учебник и практикум для вузов / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 384 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16026-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/567470	https://urait.ru/bcode/567470
Общая селекция растений : учебник для вузов / Ю. Б. Коновалов, В. В. Пыльнев, Т. И. Хуцацария, В. С. Рубец. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 480 с. — ISBN 978-5-507-51155-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/505863	https://e.lanbook.com/book/505863
Вьюгина, Г. В. Селекция и семеноводство декоративных культур : учебник для вузов / Г. В. Вьюгина, С. М. Вьюгин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 224 с. — ISBN 978-5-507-54334-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/507503	https://e.lanbook.com/book/507503
Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие для вузов / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митютко. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-9773-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/200846	https://e.lanbook.com/book/200846
Жохова, Е. В. Ботаника : учебник для вузов / Е. В. Жохова, Н. В. Скляревская. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 206 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18007-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/562529	https://urait.ru/bcode/562529
Биотехнология : учебник и практикум для вузов / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 384 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16026-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/567470	https://urait.ru/bcode/567470
Савельев, В. А. Семенной контроль / В. А. Савельев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 236 с. — ISBN 978-5-507-45655-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/277088	https://e.lanbook.com/book/277088
Пыльнев, В. В. Основы селекции и семеноводства : учебник для вузов / В. В. Пыльнев, А. Н. Березкин ; под редакцией В. В. Пыльнев. — 4-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 240 с. — ISBN 978-5-507-53660-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/515099	https://e.lanbook.com/book/515099
Костерин, О.Э. Молекулярная генетика : учебник для вузов / О.Э. Костерин, В.К. Шумный ; отв. ред. В.К. Шумный. - Москва : Юрайт, 2025. - 683 с. - Текст : электронный. - (Высшее образование). - Urait. - ЭБС Юрайт. - URL: https://urait.ru/bcode/568926 . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-534-18819-6	https://urait.ru/bcode/568926
Алферова, Г.А. Генетика. Практикум : учебник для вузов / Г.А. Алферова, Г.А. Ткачева, Н.И. Прилипко. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2025. - 175 с. - Текст : электронный. - (Высшее образование). - Urait. - ЭБС Юрайт. - URL: https://urait.ru/bcode/562028 . - Режим доступа: по подписке. - ISBN 978-5-534-08543-3	https://urait.ru/bcode/562028
Опарин, Р.В. Ботаника: методика проведения полевой	https://urait.ru/bcode/557599



версия). – Текст: электронный. Компания "Гарант" - одна из ведущих информационных компаний России. Она является разработчиком компьютерной справочной правовой системы ГАРАНТ и комплекса информационно-правового обеспечения (ИПО). В настоящее время при помощи ИПО ГАРАНТ свои задачи решают сотни тысяч специалистов по всей стране. Доступ к открытым информационным правовым ресурсам, поддерживаемым компанией, имеют миллионы граждан. Компанией реализованы инновационные решения с применением новейших компьютерных технологий, интернета, мобильных устройств, интерактивного формата представления данных, спутниковых технологий. Это позволяет всем, кому необходима правовая информация, быстро и точно находить ее, будучи при этом в любой точке страны. <http://www.iprbookshop.ru/586.html> Национальная электронная библиотека (НЭБ) : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры Российской Федерации, Российская государственная библиотека. – Москва, 2004. – URL: <https://нэб.рф/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. НЭБ - проект Российской государственной библиотеки. Начиная с 2004 г. Проект Национальная электронная библиотека (НЭБ) разрабатывается ведущими российскими библиотеками при поддержке Министерства культуры Российской Федерации. Основная цель НЭБ - обеспечить свободный доступ гражданам Российской Федерации ко всем изданным, издаваемым и хранящимся в фондах российских библиотек изданиям и научным работам, – от книжных памятников истории и культуры, до новейших авторских произведений. В настоящее время проект НЭБ включает более 1.660.000 электронных книг, более 33.000.000 записей каталогов. Электронная библиотека: библиотека диссертаций : сайт / Российская государственная библиотека. – Москва : РГБ, 2003. – URL: <http://diss.rsl.ru/?lang=ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. В соответствии с приказом генерального директора РГБ № 55 от 02.03.2012 г. пользователям Виртуальных читальных залов разрешен ЗАКАЗ на печать полных текстов диссертаций из ЭБД РГБ. При первом обращении к ресурсам ЭБД РГБ необходимо пройти регистрацию в виртуальном читальном зале РГБ. РОССИЙСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА (РНБ) : сайт / Российская национальная библиотека. – Москва : РНБ, 1998. – URL: <http://nlr.ru/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. "... одна из крупнейших в мире и вторая по величине фондов в Российской Федерации – служит российской культуре и науке, хранит национальную память, способствует просвещению населяющих Россию народов и распространению идей гуманизма. ... В фондах Библиотеки хранится более 38,6 млн экз. произведений печати и иных информационных ресурсов, в том числе и на электронных носителях, доступных широкому кругу пользователей. Ежегодно РНБ посещает около 850 тыс. читателей, которым выдается до 5 млн изданий, к ее электронным ресурсам обращаются за год свыше 10 млн удаленных пользователей. ... Сохраняя культурную и историческую преемственность, верность библиотечным традициям, заложенным еще в Императорской Публичной библиотеке, РНБ сегодня — современное информационное учреждение, оснащенное новейшим оборудованием и своевременно отвечающее на насущные вызовы времени." (цитата с сайта РНБ: http://nlr.ru/nlr_visit/RA1162/rnb-today) <https://нэб.рф/> eLIBRARY.RU. : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000. – . – URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. Платформа eLIBRARY.RU была создана в 1999 году по инициативе Российского фонда фундаментальных исследований для обеспечения российским ученым электронного доступа к ведущим иностранным научным изданиям. С 2005 года eLIBRARY.RU начала работу с русскоязычными публикациями и ныне является ведущей электронной библиотекой научной периодики на русском языке в мире. <https://elibrary.ru/defaultx.asp> CYBERLENINKA : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2014. – . – URL: <https://cyberleninka.ru/> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. КиберЛенинка - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии, повышение цитируемости российской науки и построение инфраструктуры знаний. РНЦИ (Российский центр научной информации) Ресурсы открытого доступа : сайт. – Москва. – URL: <https://podpiska.rcsi.science/resources/> – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный. Материалы о полнотекстовых коллекциях журналов и книг, диссертаций, материалов конференций и др.; библиографических, реферативно-аналитических, предметно-ориентированных и фактографических базах данных: В подразделе "Ресурсы открытого доступа" собрана информация о наиболее востребованных открытых библиотеках и онлайн-



сервисах.РНЦИ (Российский центр научной информации) Ресурсы бессрочного доступа : сайт. – Москва. – URL: <https://podpiska.rcsi.science/resources/termless/> - Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.Материалы о полнотекстовых коллекциях журналов и книг, диссертаций, материалов конференций и др.; библиографических, реферативно-аналитических, предметно-ориентированных и фактографических базах данных: В подразделе “Ресурсы бессрочного доступа” представлена информация о ресурсах, доступных организациям в рамках централизованной (национальной) подписки бессрочно, в соответствии с лицензионными соглашениями.РНЦИ (Российский центр научной информации) - Книги, изданные при поддержке РФФИ : сайт. – Москва. – URL: <https://www.rfbr.ru/library/books> - Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.Springer JournalsБаза данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2023 г.),а именно тематическую коллекцию Life Sciences Package на платформе: <https://link.springer.com/> Nature JournalsБаза данных, содержащая полнотекстовые журналы Nature Publishing Group, а именно журналы Nature journals, Academic journals,Scientific American (год издания - 2023 г.) тематической коллекции Life Sciences Package на платформе <https://www.nature.com/>Периодические издания доступные обучающимся и сотрудникам ФГБОУ ВО МГТУ по подписке и на основании контрактов и лицензионных соглашений. <https://cyberleninka.ru/> Федеральное агентство лесного хозяйства : официальный сайт. – Москва. – URL: <https://rosleshoz.gov.ru/>. – Текст: электронный.Официальный Интернет – портал Федерального агентства лесного хозяйства. Новости, официальные документы, статистика, аналитика, базы данных. <https://rosleshoz.gov.ru/> Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации : официальный сайт. – Москва. – URL: <http://www.mnr.gov.ru/>. – Текст: электронный.Официальные документы, статистика, аналитика, особо охраняемые природные территории, базы данных. <http://www.mnr.gov.ru/> Кавказский государственный природный биосферный заповедник // Особо охраняемые природные территории Российской Федерации : [сайт] / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. – Москва. – URL: <http://www.kgpbz.ru/index.php>. – Текст: электронный.Кавказский заповедник является самым крупным горно-лесным заповедником Европы и одним из старейших заповедников России. <http://www.kgpbz.ru/index.php> Forest.ru : все о российских лесах : [сайт]. – Москва, 2000. - . – URL: <http://www.forest.ru/>. – Текст: электронный.Сайт посвящен российским лесам, их охране и устойчивому использованию. Российское лесное законодательство. Проблемы российских лесов. "Лесной бюллетень". Периодические издания, публикации, семинары и конференции. На страницах сайта Вы найдете информацию о Лесном клубе, его проектах и начинаниях, посетите страницы ряда других организаций, занимающихся решением лесных проблем, а также сможете ознакомиться с коллекцией "лесных" ссылок. <http://www.forest.ru/> Центр защиты леса Краснодарского края = Centre of forest health of Krasnodar region : [сайт] / Министерство природных ресурсов и экологии российской федерации, Федеральное агентство лесного хозяйства (РОСЛЕСХОЗ), ФБУ «Российский центр защиты леса» . – Краснодар, 2010. - . – URL: <http://czl23.ru/news.php>. – Текст: электронный.Научная деятельность Филиала воплощается в работах его специалистов, занимающихся исследованиями различных аспектов лесных сообществ региона.Охота и рыбалка: журнал для охотников и рыболовов : сайт / Охотники.ру — интернет-проект объединенной редакции «Охотничьи издания» ИД «МК»: Российская охотничья газета и Охота и рыбалка. XXI век.spaп - , 2011 — 2023. - URL: <https://www.ohotniki.ru/> - Режим доступа: свободный. – Текст электронный.Сетевое издание «Охотники.ру» Зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство Эл № ФС77-683373 знак информационной продукции в случаях, предусмотренных Федеральным законом от 29 декабря 2010 года N 436-ФЗ "О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию". 16+(Все права на материалы, опубликованные на сайте www.ohotniki.ru, принадлежат редакции и охраняются в соответствии с законодательством РФ.)Здесь же на портале "Охотники.ру" представлены архивы:- Российская охотничья газета (<https://www.ohotniki.ru/editions/rog/issues/>) - Охота и рыбалка. XXI век (<https://www.ohotniki.ru/editions/oir/issues/>) Журнал "Охота" : сайт / Москва, 2021 - . - URL: <https://www.oxota.life/> - Режим доступа: свободный. – Текст электронный.Журнал "Охота" - это не просто журнал, это сообщество увлечённых людей. Мы объединяем тех, кто привержен принципам правильной охоты и рыбалки, стремится сохранить и приумножить богатые традиции классической охоты и современной рыбалки в нашей стране.Журнал "Охота" поддерживает неравнодушное отношение к природе и выступает против браконьерства во всех его проявлениях! <http://czl23.ru/news.php> International Union of Forest Research Organisations (IUFRO). (Международный союз лесных исследовательских организаций) : [сайт].



– Вена (Австрия), 2005. - . – URL: <https://www.iufro.org/discover/organization/>. – Текст: электронный.Международный союз лесных исследовательских организаций занимается исследованиями в области лесоводства, лесного хозяйства, лесозаготовок, переработки древесины, экономики лесного комплекса и ряде других смежных областей.Springer Link We are a global and progressive business, founded on a heritage of trusted and respected brands – including Springer, founded in 1842, Macmillan, founded in 1843 and Nature, first published in 1869.Nearly two centuries of progress and advancement in science and education have helped shape the business we are today. Research and learning continues to be the cornerstone of progress, and we will continue to open doors to discovery through trusted brands and innovative products and services. Springer Nature Group was created in May 2015 through the combination of Nature Publishing Group, Macmillan Education and Springer Science+Business Media.(<https://group.springernature.com/gp/group/about-us>)
<https://www.iufro.org/discover/organization/>



9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Курс предполагает как аудиторную (лекции и лабораторные занятия), так и самостоятельную работу обучающихся.

Самостоятельная работа обучающихся является обязательным компонентом процесса подготовки, она формирует самостоятельность, познавательную активность обучающихся, вырабатывает практические навыки работы с профессиональной литературой. Задания самостоятельной работы обучающихся выполняются вне аудитории без участия преподавателя. Основная задача самостоятельной работы подготовка к семинарским и практическим занятиям.

На семинарское занятие выносятся основные вопросы темы. Для подготовки к практическим занятиям необходимо на основе лекций подготовить дополнительные материалы, раскрывающие особенности и направлений решений поставленной проблемы. Тематический план лабораторных занятий, формулировка практических заданий, перечень основной и дополнительной литературы, список тем рефератов призваны помочь обучающимся правильно организовать и выбрать направление самостоятельной работы. Семинарские (практические) занятия, как ведущий вид учебных занятий, составляют базу подготовки бакалавров. Они имеют целью придать прикладной аспект научным знаниям по основным вопросам селекции лесных работ.

На практических занятиях обучающиеся получают навыки самостоятельного поиска материала, анализа, решения задач и сопоставления статистических данных по проблемам ландшафтного строительства.

Для облегчения подготовки к практическим занятиям предлагается рекомендуемая литература из основного и дополнительного списков, указанных в комплексе и соответствующая изучаемым разделам, а также периодические издания (специализированные журналы и газеты) по изучаемой тематике и ссылки на Интернет-ресурсы.

Основная цель практических занятий – научить обучающихся использовать знания, полученные на лекциях на базе умения самостоятельной работы с литературой и другими источниками.

Лабораторная работа №1

Тема: Селекционная оценка насаждений

При больших выборках осуществляется их группировка. Для этого выбираются наибольшее и наименьшее значение признака, а затем устанавливается разность между ними. Делением разности на число классов определяется размерность интервала между группами. Количество классов в зависимости от численности совокупности приводится в табл. 1.

Таблица 1

Рекомендуемое число классов при величине выборки

Число наблюдений n (от – до)	25-40	40-60	60-100	100-200	> 200
Число классов K	5-6	6-8	7-10	8-12	10-15

$X_{\min} =$

$X_{\max} =$

$X_{\text{ср}} = \sum x / n$

Размерность интервала =

Последовательным прибавлением к наименьшему значению межгруппового интервала устанавливают порядок группировки данных. По значениям конкретных величин относят их к тому или иному классу. Количество наблюдений в классе (частоту) отображают в таблице.

Полученные результаты заносим в таблицу 2.

Таблица 2

x	$x_{\text{ср}}$	x^2	f	f x	f x^2

Σ					

Сумма квадратов отклонений: Дисперсия: Стандартное отклонение: Ошибка средней Коэффициент наследования: $h^2=0,64$; $h^2=0,75$

Наследуемость часто заменяют термином «коэффициент наследуемости», что одно и то же и означает отношение, указывающее, с какой степенью родители передают свои свойства потомству. Наследуемость в широком смысле может варьировать от 0 до 1. Низкие значения означают, что в популяции отсутствует изменчивость, обусловленная генетическими факторами (например, при клонировании растений). Если вся изменчивость обусловлена генетическими факторами, то наследственность будет равна 1.

6. Селекционный дифференциал – это средняя фенотипическая ценность отбираемых особей, выраженная как отклонение от популяционной средней. Селекционный дифференциал зависит от фенотипической изменчивости популяции. Определяется он по уравнению:

- средняя группы отбираемых особей,

- средняя популяции.

Генетический эффект:

В случае когда отбор особей основывается на их фенотипических значениях, без информации о степени родства, генетический эффект отбора может быть определен по формуле:

$$R = h^2 \cdot S \quad R1 = \quad R2 =$$

Прогноз потомства:

$$xp1 = \quad xp2 =$$

График:

Лабораторная работа № 2

Тема: «Вегетативное размножение лесных древесных пород»

Вегетативное размножение дает возможность воспроизвести в новой особи все признаки материнского растения. Оно позволяет сохранять ценные хозяйственно-биологические признаки отселектированных и сортовых древесных и кустарниковых растений, использовать для хозяйственных целей стерильные особи, гетерозисные формы, прививочные химеры, а также двудомные растения, у которых хозяйственный интерес представляет один из полов.

Вегетативное размножение применяется:

- при разведении пород, трудно размножающихся семенами, не дающих в каких-либо условиях семян вообще или дающих нежизнеспособные семена;
- для суровых условий существования, где у многих растений не успевают вызреть или вообще не завязываются семена;
- для репродукции некоторых растений, даже сравнительно легко размножаемых семенами, но не сохраняющих свой генотип из-за расщепления;
- при массовом размножении ценных, но ещё редких в культуре интродуцентов, так как при этом способе многие растения могут быть получены от одного или нескольких материнских особей.

В научной литературе, используются иностранные термины, требующие расшифровки. Так, исходное оригинальное дерево, из которого взяты части для размножения, называется *ортет* (от нем. Ort — место). Части растения, которые уже размножены, называются *раметами* (от англ. ramification — ответвление, ветви дерева). Совокупность рамет от одного и того же дерева (ортета) называется *клоном*. При селекции лесных древесных пород используется как естественное, так и искусственное вегетативное размножение.

Естественное вегетативное размножение

Наиболее часто встречающимися среди лесных древесных пород умеренного климата являются следующие виды естественного вегетативного размножения: поросль, отводки, размножение корневищами и корневыми отпрысками.

Поросль представляет собой побеги, образовавшиеся из спящих или придаточных почек растения. Порослевая способность растений зависит от их вида, возраста, условий произрастания и индивидуальных особенностей. Она может быть высокой (у ивы, ольхи, липы и др.); средней (у берёзы, дуба, клена, ясеня, вяза, боярышника и др.) и слабой (у осины и др.). Порослевая способность с возрастом ухудшается и может прекращаться полностью.

Отводки — это укоренившиеся надземные побеги, сохранившие связь с маточным растением. Они образуются у видов, нижние живые ветви которых опускаются и соприкасаются с почвой. В месте соприкосновения образуются придаточные корни и надземная часть нового растения, которое со временем может отделиться от маточного. Отводки, как правило, образуются у теневыносливых древесных пород, нижние ветви которых долго не отмирают (пихта, ель, бук и др.).

Корневыми отпрысками называются побеги, развивающиеся из придаточных почек корней. Более интенсивно образуются отпрыски на тонких горизонтальных корнях, располагающихся на небольшой глубине. По мере роста и развития нового растения у него появляется собственная корневая система. При этом новое растение не обязательно отделяется от маточного. В таких случаях образуются значительные участки леса (нередко более 2-3 га), произошедшие от одной маточной особи.

С.С. Пятницкий делит древесные растения на следующие группы по корнеотпрысковой способности:

- производящие обильные отпрыски при неповрежденных корнях и здоровых стволах (осина, тополь белый, акация белая, берест, вишня, дереза, бархат, терн и др.);
- образующие корневые отпрыски в норме (без поранения корней), но менее обильно, чем у видов первой группы (тополь черный, каштан посевной, вяз перистоветвистый, ольха серая, айва, черешня, барбарис, боярышник, рябина, малина, облепиха и др.);
- образующие корневые отпрыски только при повреждении корней, срубке маточного дерева или сильного его ослабления (бук восточный, бархат, гледичия, яблоня лесная, черемуха, береза, клен полевой, липа, граб и др.);
- редко образующие или вообще не образующие корневые отпрыски (каштан конский, бук лесной, дуб черешчатый, сосна, ель, лиственница).

Корневища — это подземные стебли растений. Они возникают в зоне корневой шейки или на участке ствола выше корневой шейки, находящемся в почве. В отличие от корней у них нет корневого чехлика. Они заканчиваются почкой; на боковой поверхности у них располагаются редуцированные листья в виде чешуек, в пазухах которых закладываются почки. Эти почки при распускании дают начало корневищам второго и последующего порядков или, выходя на поверхность почвы, образуют надземные побеги. Последние могут возникать и из верхушечной почки корневища. На корневищах образуются придаточные корни, что позволяет растениям питаться самостоятельно.

По способности разрастаться с помощью корневищ древесные растения делятся на три группы:

- интенсивно разрастающиеся (вишня седая, дереза бородавчатая, ирга колосистая, миндаль низкий, рябинник рябинолистный, спирея иволистная, сирень обыкновенная, смородина золотистая, снежногорник кистистый, шиповник даурский, черемуха виргинская и др.);
- умеренно разрастающиеся (айва японская, лимонник китайский, лещина американская, лещина обыкновенная, магония падуболистная, сирень китайская, спирея дубравколистная и др.);
- слабо разрастающиеся (барбарис обыкновенный, кизильник черноплодный, пузырник восточный, фундук, спирея средняя, шиповник мягкий, собачий и др.).

Все эти виды естественного вегетативного размножения используются и при искусственном размножении отселектированных форм древесных растений.

Аутовегетативное размножение древесных пород

Искусственное вегетативное размножение делится на аутовегетативное и гетеровегетативное. Аутовегетативное размножение осуществляется органами или частями органов размножаемой особи без использования других растений, гетеровегетативное — с использованием других растений (различного рода прививки). Аутовегетативное размножение производится стеблевыми (одревесневшими и зелеными) и корневыми черенками, порослью, отводками, корневыми отпрысками, делением куста и т. п.

Размножение стеблевыми черенками. Растения, выращенные из стеблевых черенков, называются черенковыми саженцами. По способности к корнеобразованию у стеблевых черенков Дж. Райт (1978) делит древесные породы на следующие категории:

- Очень легко образующие корни (большинство ив и тополей, за исключением осины). Вегетативное размножение их применяют в практике почти повсеместно.

- Легко образующие корни (сосна замечательная, криптомерия, тис и можжевельник). Черенки хорошо образуют корни, если их высаживают в благоприятных условиях.

- С корнеобразованием средней трудности (осина, клен красный, некоторые виды березы и тсуги). Корнеобразования можно добиться только в благоприятных условиях, но расходы во много раз больше, чем при выращивании привитых саженцев.

- Трудно образуют корни (большинство видов эвкалиптов, сосен, елей, лиственниц, берез, кленов и псевдоакации). Наибольший успех может быть получен при черенковании молодых деревьев.

- Очень трудно образуют корни (большинство видов дубов, каштана, бука, ясеня и ореха грецкого). Для них предпочтителен метод прививки.

К настоящему времени разработано много способов увеличения корнеобразовательной способности у многих трудночеренкующихся видов, в том числе с использованием зеленых черенков, различных стимуляторов, этиолирования, туманообразующих установок и мелкокапельного орошения. Накоплен опыт по массовому выращиванию черенковых саженцев у хвойных (ели европейской, лиственницы, сосны Веймутовой, псевдотсуги Мензиса и др.) и лиственных (тополя белого, ивы козьей, облепихи, фундука, лещины и др.) пород.

Укореняемость как зимних (одревесневших), так и летних (полуодревесневших) черенков зависит от различных факторов, в том числе: возрастного состояния (с возрастом, особенно при достижении половой зрелости, укореняемость резко снижается); происхождения (черенки от особей семенного происхождения укореняются хуже, чем от вегетативного); пола (у двудомных растений лучше укореняются черенки женских экземпляров) и условий произрастания материнского дерева; места побега в кроне дерева; сроков черенкования; состояния черенков; фазы развития побега, из которого готовится черенок; укореняемости черенков из различных частей побега и др.

Наиболее трудным в технологии укоренения во многих случаях может стать возраст материнского дерева. Поэтому для повышения корнеобразования при необходимости проводится предварительная ювенилизация размножаемого материала. Она достигается различными приемами: посадкой на пень, прививкой, культивированием каллусов и т. п. Это важно при размножении редких, а в некоторых случаях и лучших (плюсовых) деревьев.

Размножение корневыми черенками. Для этого из корней древесных растений нарезают черенки диаметром 0,6-1,2 см и длиной 10-20 см. Затем заделывают их горизонтально в почву на глубину до 3 см. Из спящих глазков развиваются отпрыски, у которых образуются собственные корни. Отпрыски отделяют друг от друга, разрезая бывший черенок на части, и пересаживают. Размножение молодых растений даёт лучший результат. Таким путем можно размножать тополь, осину, ольху, ильм и другие породы.

Размножение порослью. Это вид размножения практикуют в том случае, когда на месте срубленного материнского растения желают оставить омоложенное растение того же генотипа. Этот способ может быть использован у тополей, дуба, березы и других древесных пород. Для лучшего укоренения поросли полуодревесневшие побеги текущего года перетягивают у основания тонкой проволокой так, чтобы, не перерезая кору, задержать отток пластических веществ. После перетяжки куст 2-3 раза окучивают и поливают. Из утолщения, которое образуется выше перевязки, вырастают корни. Этот способ в садоводстве называют *далемским*. С его помощью можно укоренять лещину, орехи маньчжурский и черный, каштан посевной, дуб северный, ильм, клен, яблони, вишни, жимолость и др.

Размножение отводками. Для этого вокруг маточного растения разрыхляют почву в радиусе полуторной длины побегов. Осенью нижние ветви или стволы раскладывают веером по поверхности, прижимают их плотно к земле и прищипывают крючками. В начале лета следующего года из почек образуются новые побеги. Их засыпают почвой слоем до 3-5 см. Спустя месяц окучивание повторяют. Осенью укоренившиеся побеги отделяют от куста и пересаживают в школу. Этот способ применим для размножения лещины, липы, крыжовника и других видов.

Размножение корневыми отпрысками. Такое размножение применяется для тополей белого, Болле, сереющего; осины; бука; акации белой; лещины и других пород, имеющих на корнях почки и образующих надземные побеги. Количество отпрысков можно увеличить рыхлением почвы и поранением корней. Образовавшиеся побеги отсекают от корня и вместе с их корневой системой пересаживают на новое место.

Деление куста. Применяют при размножении лещины и других кустарников. Для этого куст выкапывают, делят на части с надземной и подземной фракциями. Затем эти части рассаживают отдельно, получая столько растений, на сколько частей разделен куст.

Лабораторная работа № 3

Тема: «Гетеровегетативное размножение древесных растений»

Самый распространенный способ гетеровегетативного размножения — это прививка, используемая несколько тысячелетий в садоводстве для размножения желательных сортов плодовых. В последние полвека способ нашел применение при размножении лесных древесных пород. Для них были отобраны и разработаны новые приёмы прививки, дающие наиболее высокие результаты. К таким приемам

(способам) относятся: прививка вприклад сердцевинной на камбий, вприклад камбий на камбий, копулировка простая и улучшенная, в расщеп, в боковой зарез, «в мешок», за кору, окулировка, прививка в проростки (в гипокотиль), аблактировка и др.

Прививка сердцевинной на камбий. *Выращивание и подготовка подвоя.* Подвой выращивают в закрытом грунте: 1) посевом в цилиндры; 2) посадкой сеянцев в цилиндры. В первом случае цилиндры из толстой полиэтиленовой пленки (без дна) 13 x 18 см набивают субстратом, затем их устанавливают в гряды теплицы и в каждый высевает по 3-4 семени. Используют семена плюсовых деревьев или с ЛСП. Оптимальный вариант — подвой (семена) и привой (черенки) заготавливаются с одного плюсового дерева. При больших объемах прививочных работ соблюдение этого оптимума невозможно, поэтому желательно использовать полусибсы (сибсы) с учетом лесосеменного районирования и типологии. При достижении сеянцами высоты 1,5-2,5 см в цилиндрах оставляют по одному лучшему растению. При выращивании подвоя с открытой корневой системой посев семян производят в широкую строчку. Однолетние сеянцы выкапывают следующей весной, подрезают корни (выбраковывают нестандартные сеянцы), а затем сажают их под колышек в цилиндры. У сосны посадку производят так, чтобы центральный корень не загнил. При необходимости проводят дополнение. Подвой дорастивают до двухлетнего возраста (для сосны) или до трехлетнего (для ели). Перед началом прививочных работ в нижней части соснового подвоя (между мутовками) обрывают хвою, обнажая ствол на протяжении 8-12 см. У ели, лиственницы, пихты хвою срезают лезвием (см. рис.). Кроме того, удаляют боковые побеги со стороны будущего среза.

Подготовка привоя. Пучки с ветками, заготовленными с плюсового дерева, достают из ледника и секатором нарезают однолетние (двухлетние) черенки толщиной 3-6 мм и длиной 6-8 см. Хвою у черенков сосны обрывают (движением вверх, к почкам), у ели — срезают, оставляя небольшой пучок хвоинок около верхушечных почек; озимь также срезают (см. рис. на вклейке). Черенки готовят небольшими партиями и хранят во влажной ткани.

Прививка. Прививку выполняют лезвием безопасной бритвы; засмоленное лезвие и руки прививальщики регулярно протирают спиртом. Обвязочным материалом служит шток (2-3 слоя) или полихлорвиниловая пленка (пластикат), нарезанная ровными ленточками шириной 1 и длиной 25-30 см. Для выполнения прививки на черенке лезвием делают срез во всю его длину — от пучка околопочечных хвоинок до основания (либо в обратном направлении). Для этого лезвие плавно заглубляют до сердцевинки черенка и делают продольный срез строго по сердцевине по всей длине черенка, в конце среза лезвие выводят также плавно (или дополнительно подрезают основание черенка). Во время выполнения среза черенок держат в левой руке на указательном пальце, а не на весу. Плоскость среза должна быть ровной, без задиров и расщепов древесины. Если сердцевина «перерезана» — черенок бракуется. Если срез сделан не доходя до сердцевинки, можно провести его повторно, параллельным движением. Место среза не должно подсохнуть или загрязниться. Затем лезвием отделяют у подвоя продольную полоску коры и луба, равную по ширине и длине срезу черенка. Если срез выполнен правильно, цвет обнаженного участка подвоя будет водянисто-белым; зеленый цвет среза означает, что он сделан по лубу; бело- или желтовато-матовый — что камбиальный слой срезан, лезвие вошло в древесину. При отделении полоски коры и луба срез на подвое следует делать снизу вверх, одним движением и так, чтобы он представлял собой сильно удлинённый овал длиной 4-6 см. Если черенок длиннее, его подрезают до этого же размера.

После этого к камбию подвоя прикладывают сердцевинной подготовленный черенок и плотно обвязывают его. Если обвязку

производят штопкой, то сначала делают редкие витки по всей длине черенка (закрепляют привой), затем витки делают плотно, один около другого, вверх. Если есть вероятность высыхания, место обвязки смазывают садовым варом.

При использовании пластика также необходимо закрепить прививаемый черенок. Для этого первый виток делают так, чтобы получилась петля, прижимающая привой к подвою. Затем производят саму обвязку, туго накладывая витки. При последнем витке делается петля и затягивается узелок. Преимущество обвязки из пластика в том, что вода при поливе не попадает на место среза (полив делают не ранее, чем через 4 ч после окончания прививочных работ), а перетяжка на стволике менее выражена, чем при штопке. После прививки каждой партии черенков проводят маркировку — привешивают бирки с реестровым номером плюсового дерева на крайние ряды. Через месяц (или при признаках перетяжки) обвязку снимают, подвой сажают на шип, оставляя для дополнительного питания и затенения половину-треть стволика подвоя. Через год прижившиеся прививки сажают на пень, к каждой прививке привязывают соответствующую бирку. Дорастивание прививок производят в закрытом грунте в течение двух-трех лет. Проводят комплекс общих уходов, полив, прополку, внесение удобрений, профилактическое опрыскивание, закаливание, а также регулярно удаляют ростки подвоя.

Прививка вприклад камбием привоя на камбий подвоя. Эта прививка отличается от вышеописанной тем, что срез делают не до сердцевины, а до камбиального слоя. Способ дает хорошие результаты при прививке тонких черенков.

Прививка в расщеп. Заключается в том, что на подвое садовым ножом срезают ствол диаметром 1 см и более, который затем расщепляют на глубину 5-6 см. Черенок (или два), заостренный в виде клина, помещают в расщеп. Затем прививку плотно обвязывают. При способе в расщеп верхушечной почки на подвое удаляют хвою на 8-10 см от верхушечной почки, а также срезают боковые почки. Через центральную верхушечную почку делают разрез с продолжением в побеге глубиной 6-7 см. На черенке обрывают хвоинки, оставляя несколько штук лишь на верхушке. Снизу черенок заостряют с двух сторон, придавая ему форму клина.

Прививка копулировкой. Она применяется, если побеги привоя и подвоя имеют примерно одинаковую толщину. Массовое применение она получила при зимней, или настольной, прививке на выкопанных сеянцах или подвойных черенках легко укореняющихся листовых пород. Различают простую копулировку и улучшенную. *Простая копулировка* заключается в том, что на черенке и подвое делают под углом одинаковые по размеру гладкие срезы, длиной в 2,5-3 раза превышающие толщину черенка. Затем срезы накладывают один на другой; место прививки обвязывают и покрывают садовым варом. Этот способ применяется для тонких (4 мм и меньше) побегов привоя и подвоя. При *улучшенной копулировке* также совмещают камбиальные слои прививаемых компонентов. Если подвой и привой имеют разные диаметры, то необходимо строго следить за совмещением камбиальных слоев с одной стороны. Длина черенка 5-7 см. На нижнем конце черенка делают косой срез, срез такой же длины производят и на подвое. Отступив примерно на треть от верхнего конца среза подвоя и нижнего конца среза черенка, делают небольшие расщепы, которые вставляют один в другой. Применяют и другие приемы улучшенной копулировки, например с фигурным разрезом.

Прививка в боковой зарез. Заключается в том, что на подвое производят неглубокий надрез коры и древесины. На черенке привоя делают два косых среза различной глубины: один срез проводят через середину, а второй такой же длины делают по камбию.

Образовавшийся неравнобокий клин вставляют в зарез на подвое и накладывают обвязку.

Прививка в мешок. Этот вид нашел широкое применение при прививках дуба черешчатого и скального. Разработан Б.М. Сидорченко и усовершенствован В.И. Белоусом (Н.И. Давыдова, 1982). Сущность способа заключается в следующем: 3-4-летние хорошо развитые здоровые подвой срезают острым садовым ножом на высоте 0,3-0,7 м под углом 40-45°. Затем срез пенька сжимают двумя пальцами, в результате чего в верхней части среза кора, отходя от древесины образует щель — «мешок», в который вставляют черенок. Длина черенка 4-5 см, что соответствует длине одного-двух междоузлий. Верхний срез делают над почкой, нижний срез черенка косой (сходящий на нет), длина его до 2 см. С обратной стороны нижнего среза черенка осторожно снимают кору до камбия. Вставленный «в мешок» черенок плотно обвязывают. При обвязке нитками место прививки обмазывают садовым варом или пластилином. При использовании полиэтиленовой ленты обмазка не требуется. Затем на прививку надевают полиэтиленовый мешочек (8 x 12 см) и завязывают ниже места прививки. Внутри мешочка создается благоприятный микроклимат, что способствует лучшей приживаемости. Через 7-10 дней почки на прижившихся прививках начинают расти. При достижении прироста 5-7 см следует срезать верх мешочка, снимают его через месяц. Молодые прививки лиственных очень хрупкие, поэтому по мере роста их надо привязывать к колышкам.

Прививка за кору. Заключается в том, что подвой срезают и между древесиной и корой вставляют черенок, нижний конец которого заострен с двух сторон в форме клина. Если кора плотно прилегает к древесине подвоя, то ее разрезают.

Окулировка. При этом способе прививается отдельная почка (глазок) с прилегающим к ней участком коры или коры и древесины (щиток) в период активного сокодвижения, когда кора подвоя легко отделяется от побега. Окулировка может проводиться спящим и прорастающим глазком.

Прививка в гипокотиль. Эту прививку используют для прививки тонких черенков при размножении древесных пород с крупными семенами (дуб, каштан и др.). Используется в основном в исследовательских целях.

Аблактировка. При этом способе подвой и привой соединяют без отделения привоя от материнского растения. Привой и подвой высаживают рядом, затем после их укоренения производят боковую прививку. Разновидностью этого способа можно считать прием *бутылочной* культуры привоя, когда привой подпитывается питательным раствором из сосуда вплоть до полного срастания с подвоем (см. рис.). Используется при прививке березы.

Двойная прививка. Применяют для размножения растений, выращиваемых с целью сбора с них плодов, а также, когда в хозяйстве большая высота плодоносящей части дерева нежелательна. В этом случае используют положительные свойства двух подвоев, в частности сильнорослого (семенного) и слаборослого (клонового). Клоновый прививают на сеянец, а желательный сорт или генотип — на клоновый. В результате клоновый подвой оказывается между корнесобственным сеянцем и желательным привоем.

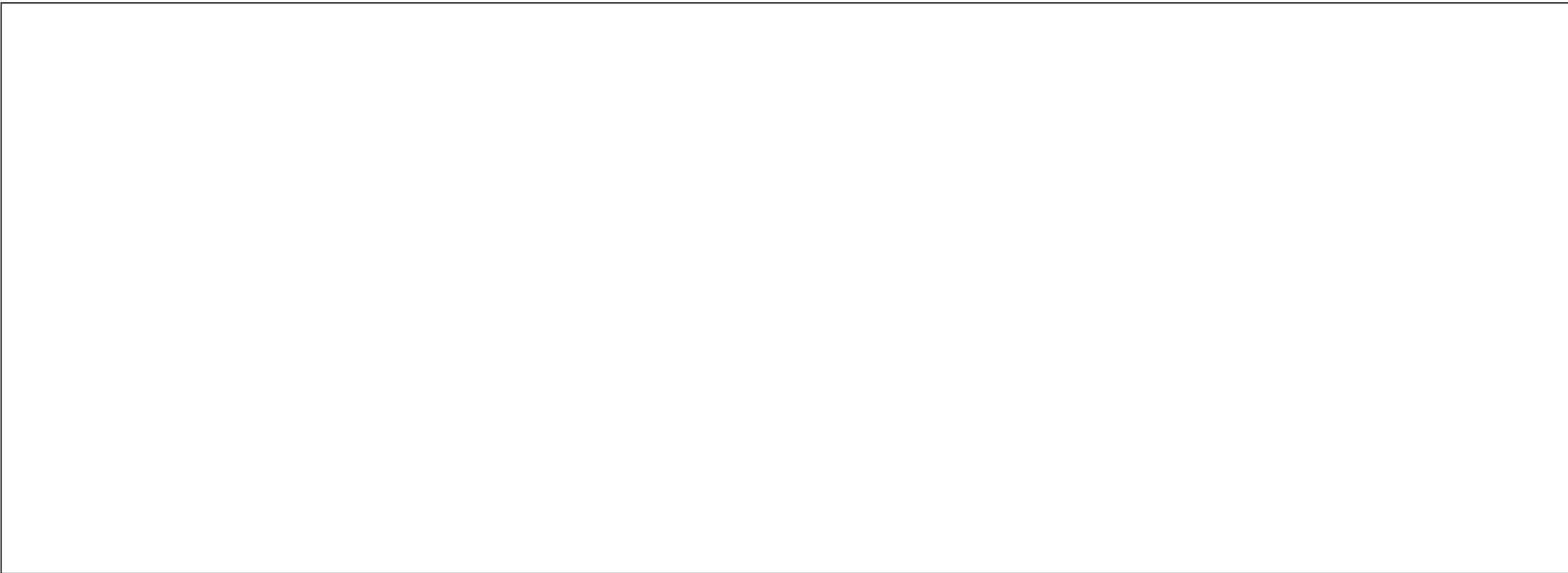
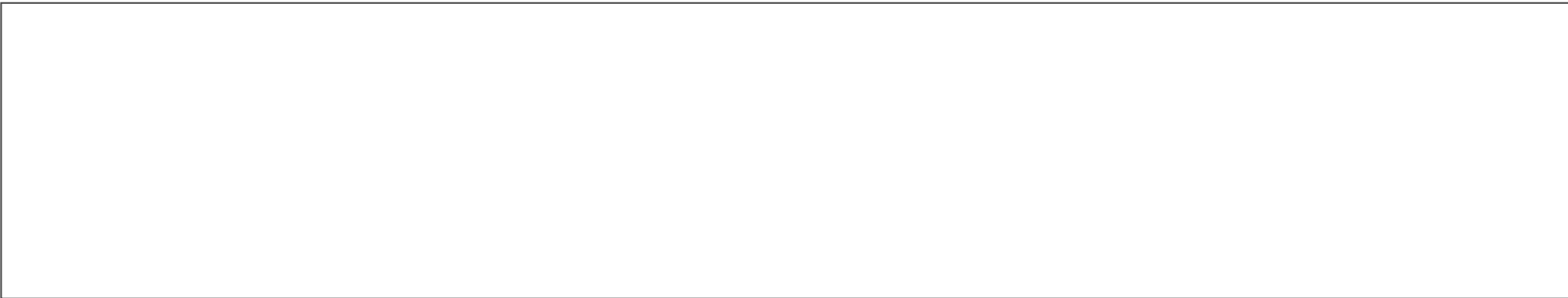




Рис. 1. Выращивание и подготовка подвоя к прививке и нарезка черенков привоя:

1. *а* — посев семян плюсового дерева сосны, всходы; *б* — однолетний подвой; *б* — двухлетний подвой; *г* — подготовка подвоя к прививке.

2. Черенки: *а* — сосны; *б* — ели.

3. Нарезка черенков: *а* — сосны; *б* — ели.

Рис. 2. Подготовка черенков к прививке и некоторые этапы прививки.

1. Черенки: *а* - ели; *б* — сосны; *б* — лиственницы (летний); *г* — пихты; *д* — сосны сибирской кедровой.

2. Прививка сердцевинной на камбий: а - срез на подвое (1 — корка, 2 — луб, 3 — камбий); б — срез на привое (1 - корка, 2 — луб, 3 - камбий, 4 — сердцевина); в - срез на привое, вид сбоку; г - закрепление черенка при прививке обвязкой; д — обертка полихлорвинилой лентой; е - посадка на шип; ж — посадка на пень и обрезка побегов подвоя.

Рис. 3. Основные способы прививки древесных пород:

а — аблактировка, б — копулировка простая и улучшенная, в — окулировка глазком, г — в расщеп, д — в боковой зарез, е — напень в кору

Лабораторная работа №4

Тема: «Клональное микроразмножение древесных растений»

Как уже отмечалось ранее, традиционным способом получения клонов у древесных видов растений является черенкование с последующим укоренением черенков или прививкой. Клональное микроразмножение является принципиально новым способом получения клонов, основанным на методе культуры органов и клеток *invitro*. С помощью этого способа за довольно короткий срок можно получить большое количество однородного посадочного материала. *Клональным микроразмножением* называют массовое бесполое размножение растений в культуре тканей и клеток, при котором возникшие формы растений генетически идентичны исходному экземпляру. Клональное микроразмножение значительно ускоряет селекционный процесс; при размножении растений в культуре тканей происходит оздоровление посадочного материала, освобождение его от патогенных микроорганизмов и во многих случаях от вирусов. Методом культуры тканей удастся размножить растения, которые с трудом или совсем не размножаются вегетативно.

Общая характеристика метода клонального микроразмножения

В зависимости от вида исходного материала (эксплантата, или экспланта) и характера морфогенетических процессов различаются типы, или методы клонального микроразмножения. Для древесных растений наиболее распространенной является классификация, согласно которой микроклонирование можно проводить тремя путями:

- стимуляцией распускания пазушных почек;
- индукцией образования придаточных почек и адвентивных побегов из них;
- соматическим эмбриогенезом.

Для лиственных пород применимы все три пути; для хвойных — только второй и третий.

Метод клонального микроразмножения путем стимуляции распускания существующих на побеге пазушных почек основан на снятии апикального доминирования, что достигается или удалением апекса побега, или гормональной обработкой, или сочетанием того и другого. При этом во всех случаях развившиеся побеги отделяют и повторно культивируют на питательной среде, стимулирующей пролиферацию (прорастание) пазушных меристем.

Образование адвентивных (придаточных) побегов как метод микроразмножения основан на способности изолированных частей растения при определенных условиях регенерировать целое растение. Почти любые органы и ткани растений можно использовать в качестве эксплантата, если их удастся надежно стерилизовать.

Соматические эмбрионы могут возникать или в культуре каллуса, или непосредственно в культуре тканей эксплантата. Для индукции соматического эмбриогенеза у разных видов растений необходимы специфичные для данного вида регуляторы роста.

Накопленный к настоящему времени значительный опыт по клональному микроразмножению древесных растений свидетельствует о том, что эффективность этого метода зависит от морфогенетической и регенерационной активности изолированных органов, тканей и клеток растения, что в значительной степени связано с видовыми и генотипическими особенностями дерева, его возрастом и физиологическим состоянием, условиями культивирования эксплантов и особенности питательной среды. Поэтому универсальной технологии клонального микроразмножения, пригодной для всех растений или даже одной группы растений, нет. Питательные среды и условия культивирования, так же как тип клонального микроразмножения, для каждого вида, а часто и для конкретного генотипа подбираются опытным путем.

Организация работ по клональному микроразмножению растений

Многие операции по микроразмножению растений должны проводиться в стерильных условиях. С учетом этого основного

требования приобретается оборудование и подбираются помещения. Лаборатория, в которой будут проводиться работы по клональному микроразмножению, помимо комнат для сотрудников, должна иметь ряд специализированных комнат, в первую очередь комнату для стерилизации питательных сред, инструмента, посуды. Эту комнату оборудуют автоклавами, сушильными шкафами, дистиллятором, установленным над раковиной. Следующая комната, в которой готовятся питательные среды, должна быть оборудована техническими и аналитическими весами, *pH-метром*, водяными банями, вытяжным шкафом. В этой комнате находятся физические и химические столы, шкафы и полки для размещения реактивов, приборов, посуды.

В связи с большим количеством стеклянной посуды, используемой в работе, необходимо предусмотреть моечную комнату с глубокой и широкой мойкой и несколькими раковинами с холодной и горячей водой. В лаборатории должна быть комната, оборудованная ламинарными боксами. Ламинар-бокс представляет собой небольшую камеру, в которую воздух подается под давлением через специальные фильтры. Избыточное давление, создаваемое внутри рабочего объема камеры, препятствует попаданию в камеру неочищенного воздуха. В большой лаборатории должна быть климатическая камера. В этой камере автоматически регулируется освещенность, температура, влажность и фотопериод. Камеру оборудуют стеллажами, на которые устанавливают штативы с пробирками, культуральные колбы. Для выращивания в почве размноженных в культуре органов и тканей регенерантов следует иметь специальную теплицу.

Питательные среды

Эффективность микроразмножения в значительной степени определяется правильным выбором питательной среды. Для культивирования органов и тканей растений чаще применяют твердую агарсодержащую среду, так как в жидкой среде эксплантаты тонут. Любая питательная среда включает следующие группы веществ: макро- и микроэлементы, углеводы, витамины, аминокислоты, регуляторы роста гормональной природы.

При клональном микроразмножении растений наиболее часто используют среду Мурасиге — Скуга (Murashige, Skoog, 1962). Отличительной особенностью этой среды является высокая концентрация неорганического азота. Уровень солей в среде Мурасиге — Скуга в некоторых случаях оказался неоправданно высоким и токсичным для эксплантов. Поэтому для древесных растений некоторые исследователи отдают предпочтение среде WPM (Woody Plant Medium). Эта среда отличается от среды Мурасиге — Скуга (MS) тем, что содержит меньше азотнокислого аммония, а вместо азотнокислого калия добавляется азотнокислый кальций (табл. 1).

Таблица 1 Состав некоторых питательных сред

(из Ahuja, 1983, концентрация вещества указана в миллиграммах на литр)

Вещество	MS	WPM	АСМ*
----------	----	-----	------

	Неорганические	вещества	
NH ₄ NO ₃	1650	400	400
KNO ₃	1900	—	—
Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	—	556	556
CaSO ₄ ·2H ₂ O	—	990	990
CaCl ₂ ·2H ₂ O	440	96	96
MgSO ₄ ·7H ₂ O	370	370	370
KH ₂ PO ₄	170	170	170
Na ₂ EDTA·2H ₂ O	37,25	37,30	—
FeSO ₄ ·7H ₂ O	27,85	27,85	—
Sodium Ferric EDTA	—	—	30,0
MnSO ₄ ·4H ₂ O	22,3	22,3	22,3
ZnSO ₄ ·7H ₂ O	8,6	8,6	8,6
H ₃ BO ₃	6,2	6,2	6,2
Ю	0,83	—	0,83
Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	0,25	0,25	0,25
CuSO ₄ ·5H ₂ O	0,025	0,25	0,025
CoCl ₂ ·6H ₂ O	0,025	—	0,025
Органические вещества			
Тиамин HCl	0,1	1,0	0,1
Никотиновая кислота	0,5	0,5	0,5
Пиридоксин HCl	0,5	0,5	0,5
Глицин	2,0	2,0	—
Лизин	—	—	100
Мио-инозитол	100	100	100
Сахароза	30 000	30 000	30 000
* ACM (Aspen Culture Medium) — среда для культивирования осины			

Обязательным условием является присутствие в среде кроме элементов питания гормональных факторов или имитаторов их действия. Известно пять групп соединений, относящихся к категории фитогормонов. Это цитокинины, ауксины, гиббереллины, абсцизовая кислота и этилен. При *invitro* было выявлено, что для дедифференциации, превращения специализированной клетки в меристематическую, способную к делению, необходимо участие двух и более гормонов, относящихся к разным группам.

Цитокинины снимают апикальное доминирование и индуцируют развитие пазушных почек, нарушают покой и стимулируют рост покоящихся органов. Они регулируют рост соматических зародышей и формирование растений; необходимы для дифференциации стеблевых почек в культуре каллусных клеток и при регенерации побегов из клеток эксплантов. К группе цитокининов относятся: кинетин, БАП (6-бензиламинопурин), зеатин и др. Дополнительное введение в питательную среду некоторых аминокислот — тирозина,

фенилаланина, а также фосфатов, способствует усилению эффекта цитокининов.

Ауксины влияют на деление, растяжение клеток и дифференцировку. Наиболее выраженный органогенный эффект ауксина — это стимуляция образования корней. К группе ауксинов относятся: ИУК (p-индол-3-уксусная кислота), индолилмасляная кислота (ИМК), нафтилуксусная кислота (НУК), 2,4-D.

Гиббереллины — обширный класс соединений, включающий более 30 веществ. В микроразмножении растений в основном используется гибберелловая кислота (ГК). Экзогенные гиббереллины усиливают рост и вытягивание стебля, листьев. Гиббереллины вносят в питательную среду в основном с целью ускорить рост сформировавшихся почек и получить растения с хорошо развитой надземной частью.

С помощью низких концентраций экзогенных фитогормонов принципиально возможна индукция и стимуляция различных морфогенетических реакций в культуре тканей. При высокой гормональной насыщенности питательной среды наблюдается угнетение общей активности клеток вплоть до их гибели. Эту специфику реакций культивируемых тканей и органов растений на введение фитогормонов следует учитывать при использовании регуляторов роста с целью размножения растений.

Процессы индукции органогенеза и соматического эмбриогенеза обнаруживают различную зависимость от экзогенных фитогормонов. Если индукция корнеобразования четко связана с увеличением концентрации ауксина в питательной среде и то же самое можно признать в отношении кинетина в побегообразовании, то эмбриогенез в достаточной степени независим от экзогенных фитогормонов. Только первые моменты индукции требуют присутствия гормонов, тогда как дальнейшее развитие зародыша является процессом, не зависящим от экзогенных гормональных факторов. Развивающийся зародыш сам делается источником необходимых для его развития гормонов.

В целях экономии труда и времени при создании питательных сред готовят исходные запасные растворы. Рецепты запасных растворов для приготовления питательной среды Мурасиге — Скуга приведены ниже (концентрация указана в миллиграммах на литр).

Раствор I		Раствор II	
NH ₄ NO ₃	33 000	KJ	166
KNO ₃	38 000	H ₃ BO ₃	1240
CaCl ₂ 2H ₂ O	8 800	MnSO ₄ 4H ₂ O	4 460
MgSO ₄ 7 H ₂ O	7 400	ZnSO ₄ 7H ₂ O	1720
KH ₂ PO ₄	3 400	Na ₂ MoO ₄ 2H ₂ O	50
		CuSO ₄ 5H ₂ O	5
		CoCl ₂ 6H ₂ O	5
Раствор III		Раствор IV	

FeSO ₄ 7H ₂ O	5 560	Инозитол	20	
Na ₂ EDTA H ₂ O	27 460	Никотиновая к-та		10 0
		Пиридоксин HCl		10 0
		Тиамин HCl		10 0
		Глицин		40 0

При приготовлении раствора III FeSO₄ 7H₂O и Na₂EDTA 2H₂O растворяют отдельно в 450 мл дистиллированной воды (подогревая и постоянно помешивая раствор), затем смешивают, устанавливают $pH=5,5$ и добавляют воды до 1 л. Последовательность приготовления питательной среды с использованием запасных растворов следующая:

- Необходимое количество агара и сахарозы растворяют в 750 мл дважды (для гарантии стерильности) дистиллированной воды. Делают это на водяной бане при повышенной температуре или в автоклаве при пониженном давлении. Конечная концентрация агара должна быть 0,8-1,0%.

- Добавляют по 50 мл запасных растворов I и II и по 5 мл запасных растворов III и IV.

- Количество раствора доводят до 1 л.

Готовая среда охлаждается при комнатной температуре и хранится при 4°C.

Условия культивирования и этапы микроразмножения

После тщательного перемешивания компонентов питательной среды регулируется pH всей смеси путем добавления 0,1 N NaOH и 0,1 N HCl. Для среды Мурасиге — Скуга устанавливается на уровне 5,7-5,8, у среды для культивирования древесных растений (WPM) оптимальная $pH=5,2$.

Факторы окружающей среды, такие как свет, температура и состав воздуха, могут влиять на рост и развитие клеток в культуре органов и тканей. Действие этих факторов взаимосвязано. Обычно микроклональное размножение древесных растений проводят при нормальной комнатной температуре и при сохранении того фотопериода, который наблюдается в это время в природе. Чтобы установить

оптимальные параметры внешней среды, для многих видов древесных растений необходимо провести дополнительные исследования.

Процесс микроразмножения растений состоит из нескольких этапов. Большинство исследователей выделяют три этапа: эксплантирование исходного материала, собственно микроразмножение, укоренение размноженных побегов. При получении посадочного материала древесных растений методом микроклонирования целесообразно выделить и четвертый этап — адаптации регенерантов к нестерильным условиям среды (рис. 1).

Отбор эксплантов и введение их в культуру. Для микроразмножения древесных растений используют два основных типа исходного материала: 1) ювенильный (семена и их отдельные части, а также части проростков); 2) молодые ткани взрослых растений (почки, хвоя, ткани листа, побеги). Чаще в качестве экспланта служит ювенильный материал.

Перед введением в культуру материал стерилизуют. Установлено, что из всех видов растений древесные породы — самый трудный и сложный объект для получения культуры тканей, так как все типы исходного материала у них сильно заражены (Г.П. Бутова, 1989). Стерилизацию проводят очень осторожно, чтобы не повредить нежные ткани экспланта; концентрация стерилизующих агентов подбирается на возможно более низком уровне.

Стерилизующие растворы могут быть разделены на несколько групп. Первая из них включает растворы, содержащие активный хлор: хлорамин, хлорная известь, гипохлорит кальция и гипохлорит натрия. Хлорамин используется чаще. Этот препарат наряду с гипохлоритами обладает наименее выраженным токсическим действием.

Вторая группа включает ртутьсодержащие растворы, обладающие наибольшим дезинфицирующим эффектом: хлорид ртути и диацид. Растворы второй группы используют в тех случаях, когда препараты первой группы оказались неэффективными.

Иногда материал стерилизуют перекисью водорода или раствором иода.

Для повышения эффективности стерилизации практикуется последовательное применение стерилизующего агента с 70%-ным этиловым спиртом. Эксплант опускают на 1-3 с в спирт, а затем переносят в стерилизующий раствор. Перед высадкой на питательную среду материал ополаскивают в стерильной воде.

Рис. 1. Схема этапов клонального микроразмножения на примере берёзы: I - отбор эксплантов и введение в культуру; II - мультипликация побегов; III - ризогенез; IV — адаптация к нестерильным условиям среды

Мультипликация побегов. При правильно подобранной питательной среде, надежной стерилизации и подходящих условиях культивирования в пробирке или колбе образуется несколько побегов. Часть из них пересаживают на новую среду для образования корней, а другую повторно культивируют для увеличения количества побегов. Этот процесс повторяют многократно до получения требуемого количества посадочного материала.

Ризогенез. Питательная среда для культивирования побегов с целью образования на них корней обычно несколько отличается от среды, которая использовалась на первом этапе. Установлено, что для многих растений необходимо использовать среду с низким содержанием солей. Так, в среде Мурасиге — Скуга концентрация солей уменьшается в два или даже в четыре раза. Некоторые травянистые растения не нуждаются в добавлении в среду регуляторов роста, но чаще требуются ауксины. Время, необходимое для формирования корней, варьирует от 10 до 15 дней. Растения из пробирки пересаживают, когда корни достигнут 5 мм длины. Более длинные корни могут при пересадке ломаться.

Адаптация к нестерильным условиям среды. Для переноса растений из культуральных сосудов в почву требуется особая осторожность. Корни промываются для удаления налипшей на них питательной среды. Первые 10-15 дней в теплице поддерживается высокая влажность (90-100%). Для древесных растений в этих целях используют установки искусственного тумана. Также необходимо защищать растения от прямого солнечного света.

Клональное микроразмножение — принципиально новый способ получения клонов у древесных растений. Одним из важных преимуществ этого способа является то, что удается тиражировать растения, которые с трудом или совсем не размножаются вегетативно, черенками или прививкой. Массовое использование клонального микроразмножения позволяет перевести искусственное лесовосстановление на более высокий уровень, улучшить культуру лесохозяйственного производства. Так же как совершенствование приемов и методов лесного семеноведения определяет прогресс в других областях лесной науки, клональное микроразмножение способствует внедрению в лесное хозяйство достижений лесной селекции, семеноводства и сортовыведения.

Универсальной технологии клонального микроразмножения нет; питательные среды и условия культивирования подбираются для каждого вида, а часто и для индивидуального древесного растения опытным путем, защищены свидетельствами на изобретение и патентами. Вопрос о приобретении патента в каждом конкретном случае должен решаться специалистами с учетом технологических возможностей предприятия, ценности вида или сорта, экономической целесообразности.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

10.1. Перечень необходимого программного обеспечения

Название
7-Zip Свободная лицензия
Adobe Reader DC Свободная лицензия
Autodesk 3DMAX - учебная версия Свободная лицензия
AndroidStudio Свободная лицензия
Autodesk Maya - учебная версия Свободная лицензия

10.2. Перечень необходимых информационных справочных систем:

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам:

Название
Znaniy.com. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / ООО 'ЗНАНИУМ'. – Москва, 2011 – URL: http://znaniy.com/catalog . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. Фонд ЭБС формируется с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. http://znaniy.com/catalog/
IPRBooks. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / Общество с ограниченной ответственностью Компания 'Ай Пи Ар Медиа'. – Саратов, 2010 - . – URL: http://www.iprbookshop.ru/586.html - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст электронный. Является распространенным образовательным электронным ресурсом для высших и средних специальных учебных заведений, научно-исследовательских институтов, публичных библиотек, приобретающих корпоративный доступ для своих обучающихся, преподавателей и т.д. ЭБС включает учебную и научную литературу по направлениям подготовки высшего и среднего профессионального образования.Лань. Коллекция Лесное хозяйство и лесоинженерное дело : электронно-библиотечная система : сайт / Издательство Лань. – Москва, 2011. - . – URL: https://e.lanbook.com/books/945 - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст электронный.Это ресурс, включающий в себя электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы. Нашим читателям доступны следующие коллекции: «Ветеринария и сельское хозяйство» и базовая коллекция.ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, 2020 – . – URL: https://urait.ru/ – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст электронный. Образовательная платформа Юрайт — образовательный ресурс, электронная библиотека и интернет-магазин, где читают и покупают электронные и печатные учебники авторов — преподавателей ведущих университетов для всех уровней профессионального образования, а также используются видео- и аудиоматериалами, тестированием и сервисами для преподавателей, доступными 24 часа 7 дней в неделю.-----КонсультантПлюс : справочная правовая система: [сайт]. – Москва, 1997. – URL: http://www.consultant.ru . – Режим доступа: с компьютеров университета (локальная версия). – Текст: электронный.ЗАО 'КонсультантПлюс' (ИНН 7702044361) осуществляет деятельность в области информационных технологий, является разработчиком справочной правовой системы КонсультантПлюс.Масштабные некоммерческие проекты КонсультантПлюс разработаны в помощь бухгалтерам и финансовым специалистам, юристам, студентам юридических и экономических специальностей. (https://www.consultant.ru/about/ © КонсультантПлюс, 1992-2024)ИПО 'ГАРАНТ': информационно-правовое обеспечение. – Москва, – URL: https://www.garant.ru/ . – Режим доступа: с компьютеров университета (локальная версия). – Текст: электронный.Компания 'Гарант' - одна из ведущих информационных компаний России. Она является разработчиком компьютерной справочной правовой системы ГАРАНТ и комплекса информационно-правового обеспечения (ИПО).В настоящее время при помощи ИПО ГАРАНТ свои задачи решают сотни тысяч специалистов по всей стране. Доступ к открытым информационным правовым ресурсам, поддерживаемым компанией, имеют миллионы граждан. Компанией реализованы инновационные решения с применением новейших компьютерных технологий, интернета, мобильных устройств, интерактивного формата представления данных, спутниковых технологий. Это позволяет всем, кому необходима правовая информация, быстро и точно находить ее, будучи при этом в любой точке страны. http://www.iprbookshop.ru/586.html
Национальная электронная библиотека (НЭБ) : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры Российской Федерации, Российская государственная библиотека. – Москва, 2004 - - URL: https://нэб.рф/ . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. НЭБ - проект Российской государственной библиотеки. Начиная с 2004 г. Проект Национальная электронная библиотека (НЭБ) разрабатывается ведущими российскими библиотеками при поддержке Министерства культуры Российской Федерации. Основная цель НЭБ - обеспечить свободный доступ гражданам Российской Федерации ко всем изданным, издаваемым и хранящимся в фондах российских библиотек изданиям и научным работам, – от книжных памятников истории и культуры, до новейших авторских произведений. В настоящее время проект НЭБ включает более 1.660.000 электронных книг, более 33.000.000 записей каталогов.Электронная библиотека: библиотека диссертаций : сайт / Российская государственная библиотека. – Москва : РГБ, 2003. – URL: http://diss.rsl.ru/?lang=ru . –



Название
Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.В соответствии с приказом генерального директора РГБ № 55 от 02.03.2012 г. пользователям Виртуальных читальных залов разрешен ЗАКАЗ на печать полных текстов диссертаций из ЭБД РГБ. При первом обращении к ресурсам ЭБД РГБ необходимо пройти регистрацию в виртуальном читальном зале РГБ.РОССИЙСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА (РНБ) : сайт / Российская национальная библиотека. - Москва : РНБ, 1998. - URL: http://nlr.ru/ . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. '... одна из крупнейших в мире и вторая по величине фондов в Российской Федерации – служит российской культуре и науке, хранит национальную память, способствует просвещению населяющих Россию народов и распространению идей гуманизма. ... В фондах Библиотеки хранится более 38,6 млн экз. произведений печати и иных информационных ресурсов, в том числе и на электронных носителях, доступных широкому кругу пользователей. Ежегодно РНБ посещает около 850 тыс. читателей, которым выдается до 5 млн изданий, к ее электронным ресурсам обращаются за год свыше 10 млн удаленных пользователей. ... Сохраняя культурную и историческую преемственность, верность библиотечным традициям, заложенным еще в Императорской Публичной библиотеке, РНБ сегодня — современное информационное учреждение, оснащенное новейшим оборудованием и своевременно отвечающее на насущные вызовы времени.' (цитата с сайта РНБ: http://nlr.ru/nlr_visit/RA1162/rnb-today) https://нэб.рф/
eLIBRARY.RU. : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000. - . - URL: https://elibrary.ru - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. Платформа eLIBRARY.RU была создана в 1999 году по инициативе Российского фонда фундаментальных исследований для обеспечения российским ученым электронного доступа к ведущим иностранным научным изданиям. С 2005 года eLIBRARY.RU начала работу с русскоязычными публикациями и ныне является ведущей электронной библиотекой научной периодики на русском языке в мире. https://elibrary.ru/defaultx.asp
CYBERLENINKA : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2014. - . - URL: https://cyberleninka.ru - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. КиберЛенинка - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии, повышение цитируемости российской науки и построение инфраструктуры знаний.РНЦИ (Российский центр научной информации) Ресурсы открытого доступа : сайт. – Москва. - URL: https://podpiska.rcsi.science/resources/ - Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.Материалы о полнотекстовых коллекциях журналов и книг, диссертаций, материалов конференций и др.; библиографических, реферативно-аналитических, предметно-ориентированных и фактографических базах данных: В подразделе “Ресурсы открытого доступа” собрана информация о наиболее востребованных открытых библиотеках и онлайн-сервисах.РНЦИ (Российский центр научной информации) Ресурсы бессрочного доступа : сайт. – Москва. - URL: https://podpiska.rcsi.science/resources/termless/ - Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.Материалы о полнотекстовых коллекциях журналов и книг, диссертаций, материалов конференций и др.; библиографических, реферативно-аналитических, предметно-ориентированных и фактографических базах данных: В подразделе “Ресурсы бессрочного доступа” представлена информация о ресурсах, доступных организациям в рамках централизованной (национальной) подписки бессрочно, в соответствии с лицензионными соглашениями.РНЦИ (Российский центр научной информации) - Книги, изданные при поддержке РФФИ : сайт. – Москва. - URL: https://www.rfbr.ru/library/books - Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.Springer JournalsБаза данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2023 г.),а именно тематическую коллекцию Life Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/ Nature JournalsБаза данных, содержащая полнотекстовые журналы Nature Publishing Group, а именно журналы Nature journals, Academic journals,Scientific American (год издания - 2023 г.) тематической коллекции Life Sciences Package на платформе https://www.nature.com/ Периодические издания доступные обучающимся и сотрудникам ФГБОУ ВО МГТУ по подписке и на основании контрактов и лицензионных соглашений. https://cyberleninka.ru/
Федеральное агентство лесного хозяйства : официальный сайт. – Москва. - URL: https://rosleshoz.gov.ru/ . – Текст: электронный.Официальный Интернет – портал Федерального агентства лесного хозяйства. Новости, официальные документы, статистика, аналитика, базы данных. https://rosleshoz.gov.ru/
Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации : официальный сайт. – Москва. - URL: http://www.mnr.gov.ru/ . – Текст: электронный.Официальные документы, статистика, аналитика, особо охраняемые природные территории, базы данных. http://www.mnr.gov.ru/
Кавказский государственный природный биосферный заповедник // Особо охраняемые природные территории Российской Федерации : [сайт] / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. – Москва. – URL: http://www.kgpbz.ru/index.php . – Текст: электронный.Кавказский заповедник является самым крупным горно-лесным заповедником Европы и одним из старейших заповедников России. http://www.kgpbz.ru/index.php
Forest.ru : все о российских лесах : [сайт]. – Москва, 2000. - . - URL: http://www.forest.ru/ . – Текст: электронный.Сайт посвящен российским лесам, их охране и устойчивому использованию. Российское лесное законодательство. Проблемы российских лесов. 'Лесной бюллетень'. Периодические издания, публикации, семинары и конференции. На страницах сайта Вы найдете информацию о Лесном клубе, его проектах и начинаниях, посетите страницы ряда других организаций, занимающихся решением лесных проблем, а также сможете ознакомиться с коллекцией 'лесных' ссылок. http://www.forest.ru/
Центр защиты леса Краснодарского края = Centre of forest health of Krasnodar region : [сайт] / Министерство природных ресурсов и экологии российской федерации, Федеральное агентство лесного хозяйства (РОСЛЕСХОЗ), ФБУ «Российский центр защиты леса» . – Краснодар, 2010. - . - URL: http://czl23.ru/news.php . – Текст: электронный.Научная деятельность Филиала воплощается в работах его специалистов, занимающихся исследованиями различных аспектов лесных сообществ региона.Охота и рыбалка: журнал для охотников и рыболовов : сайт / Охотники.ру — интернет-проект объединенной редакции «Охотничьи издания» ИД «МК»: Российская охотничья газета и Охота и рыбалка. XXI век.span - , 2011 — 2023. - URL: https://www.ohotniki.ru/ - Режим доступа: свободный. – Текст электронный.Сетевое издание «Охотники.ру» Зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство Эл № ФС77-683373 знак информационной продукции в случаях, предусмотренных Федеральным законом от 29 декабря 2010 года N 436-ФЗ 'О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию'. 16+(Все права на материалы, опубликованные на сайте www.ohotniki.ru , принадлежат редакции и охраняются в соответствии с законодательством РФ.)Здесь же на портале 'Охотники.ру' представлены архивы:- Российская



Название
охотничья газета (https://www.ohotniki.ru/editions/rog/issues/) - Охота и рыбалка. XXI век (https://www.ohotniki.ru/editions/oir/issues/) Журнал 'Охота' : сайт / Москва, 2021 - . - URL: https://www.oxota.life/ - Режим доступа: свободный. - Текст электронный. Журнал 'Охота' - это не просто журнал, это сообщество увлечённых людей. Мы объединяем тех, кто привержен принципам правильной охоты и рыбалки, стремится сохранить и приумножить богатые традиции классической охоты и современной рыбалки в нашей стране. Журнал 'Охота' поддерживает неравнодушное отношение к природе и выступает против браконьерства во всех его проявлениях! http://czl23.ru/news.php

Для обучающихся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:

Название
Znaniy.com. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / ООО 'ЗНАНИУМ'. - Москва, 2011 - - URL: http://znaniy.com/catalog . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. Фонд ЭБС формируется с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. http://znaniy.com/catalog/
IPRBooks. Базовая коллекция : электронно-библиотечная система : сайт / Общество с ограниченной ответственностью Компания 'Ай Пи Ар Медиа'. - Саратов, 2010 - . - URL: http://www.iprbookshop.ru/586.html - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст электронный. Является распространенным образовательным электронным ресурсом для высших и средних специальных учебных заведений, научно-исследовательских институтов, публичных библиотек, приобретающих корпоративный доступ для своих обучающихся, преподавателей и т.д. ЭБС включает учебную и научную литературу по направлениям подготовки высшего и среднего профессионального образования. Лань. Коллекция Лесное хозяйство и лесоинженерное дело : электронно-библиотечная система : сайт / Издательство Лань. - Москва, 2011. - . - URL: https://e.lanbook.com/books/945 - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст электронный. Это ресурс, включающий в себя электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы. Нашим читателям доступны следующие коллекции: «Ветеринария и сельское хозяйство» и базовая коллекция. ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Электронное издательство Юрайт». - Москва, 2020 - . - URL: https://urait.ru/ - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст электронный. Образовательная платформа Юрайт — образовательный ресурс, электронная библиотека и интернет-магазин, где читают и покупают электронные и печатные учебники авторов — преподавателей ведущих университетов для всех уровней профессионального образования, а также пользуются видео- и аудиоматериалами, тестированием и сервисами для преподавателей, доступными 24 часа 7 дней в неделю.-----КонсультантПлюс : справочно правовая система: [сайт]. - Москва, 1997. - URL: http://www.consultant.ru . - Режим доступа: с компьютеров университета (локальная версия). - Текст: электронный. ЗАО 'КонсультантПлюс' (ИНН 7702044361) осуществляет деятельность в области информационных технологий, является разработчиком справочной правовой системы КонсультантПлюс. Массштабные некоммерческие проекты КонсультантПлюс разработаны в помощь бухгалтерам и финансовым специалистам, юристам, студентам юридических и экономических специальностей. (https://www.consultant.ru/about/ © КонсультантПлюс, 1992-2024) ИПО 'ГАРАНТ': информационно-правовое обеспечение. - Москва, - URL: https://www.garant.ru/ . - Режим доступа: с компьютеров университета (локальная версия). - Текст: электронный. Компания 'Гарант' - одна из ведущих информационных компаний России. Она является разработчиком компьютерной справочной правовой системы ГАРАНТ и комплекса информационно-правового обеспечения (ИПО). В настоящее время при помощи ИПО ГАРАНТ свои задачи решают сотни тысяч специалистов по всей стране. Доступ к открытым информационным правовым ресурсам, поддерживаемым компанией, имеют миллионы граждан. Компанией реализованы инновационные решения с применением новейших компьютерных технологий, интернета, мобильных устройств, интерактивного формата представления данных, спутниковых технологий. Это позволяет всем, кому необходима правовая информация, быстро и точно находить ее, будучи при этом в любой точке страны. http://www.iprbookshop.ru/586.html
Национальная электронная библиотека (НЭБ) : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры Российской Федерации, Российская государственная библиотека. - Москва, 2004 - - URL: https://нэб.рф/ . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. НЭБ - проект Российской государственной библиотеки. Начиная с 2004 г. Проект Национальная электронная библиотека (НЭБ) разрабатывается ведущими российскими библиотеками при поддержке Министерства культуры Российской Федерации. Основная цель НЭБ - обеспечить свободный доступ гражданам Российской Федерации ко всем изданным, издаваемым и хранящимся в фондах российских библиотек изданиям и научным работам, - от книжных памятников истории и культуры, до новейших авторских произведений. В настоящее время проект НЭБ включает более 1.660.000 электронных книг, более 33.000.000 записей каталогов. Электронная библиотека: библиотека диссертаций : сайт / Российская государственная библиотека. - Москва : РГБ, 2003. - URL: http://diss.rsl.ru/?lang=ru . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. В соответствии с приказом генерального директора РГБ № 55 от 02.03.2012 г. пользователям Виртуальных читальных залов разрешен ЗАКАЗ на печать полных текстов диссертаций из ЭБД РГБ. При первом обращении к ресурсам ЭБД РГБ необходимо пройти регистрацию в виртуальном читальном зале РГБ. РОССИЙСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА (РНБ) : сайт / Российская национальная библиотека. - Москва : РНБ, 1998. - URL: http://nlr.ru/ . - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный. '... одна из крупнейших в мире и вторая по величине фондов в Российской Федерации - служит российской культуре и науке, хранит национальную память, способствует просвещению населяющих Россию народов и распространению идей гуманизма. ... В фондах Библиотеки хранится более 38,6 млн



Название
экз. произведений печати и иных информационных ресурсов, в том числе и на электронных носителях, доступных широкому кругу пользователей. Ежегодно РНБ посещает около 850 тыс. читателей, которым выдается до 5 млн изданий, к ее электронным ресурсам обращаются за год свыше 10 млн удаленных пользователей. ... Сохраняя культурную и историческую преемственность, верность библиотечным традициям, заложенным еще в Императорской Публичной библиотеке, РНБ сегодня — современное информационное учреждение, оснащенное новейшим оборудованием и своевременно отвечающее на насущные вызовы времени.' (цитата с сайта РНБ: http://nlr.ru/nlr_visit/RA1162/rnb-today) https://нэб.рф/
eLIBRARY.RU. : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000. - . - URL: https://elibrary.ru. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. Платформа eLIBRARY.RU была создана в 1999 году по инициативе Российского фонда фундаментальных исследований для обеспечения российским ученым электронного доступа к ведущим иностранным научным изданиям. С 2005 года eLIBRARY.RU начала работу с русскоязычными публикациями и ныне является ведущей электронной библиотекой научной периодики на русском языке в мире. https://elibrary.ru/defaultx.asp
CYBERLENINKA : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2014. - . - URL: https://cyberleninka.ru - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный. КиберЛенинка - это научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки (Open Science), основными задачами которой является популяризация науки и научной деятельности, общественный контроль качества научных публикаций, развитие междисциплинарных исследований, современного института научной рецензии, повышение цитируемости российской науки и построение инфраструктуры знаний.РНЦИ (Российский центр научной информации) Ресурсы открытого доступа : сайт. – Москва. – URL: https://podpiska.rcsi.science/resources/ - Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.Материалы о полнотекстовых коллекциях журналов и книг, диссертаций, материалов конференций и др.; библиографических, реферативно-аналитических, предметно-ориентированных и фактографических баз данных: В подразделе “Ресурсы открытого доступа” собрана информация о наиболее востребованных открытых библиотеках и онлайн-сервисах.РНЦИ (Российский центр научной информации) Ресурсы бессрочного доступа : сайт. – Москва. – URL: https://podpiska.rcsi.science/resources/termless/ - Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.Материалы о полнотекстовых коллекциях журналов и книг, диссертаций, материалов конференций и др.; библиографических, реферативно-аналитических, предметно-ориентированных и фактографических базах данных: В подразделе “Ресурсы бессрочного доступа” представлена информация о ресурсах, доступных организациям в рамках централизованной (национальной) подписки бессрочно, в соответствии с лицензионными соглашениями.РНЦИ (Российский центр научной информации) - Книги, изданные при поддержке РФФИ : сайт. – Москва. – URL: https://www.rfbr.ru/library/books - Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.Springer JournalsБаза данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer (год издания - 2023 г.),а именно тематическую коллекцию Life Sciences Package на платформе: https://link.springer.com/ Nature JournalsБаза данных, содержащая полнотекстовые журналы Nature Publishing Group, а именно журналы Nature journals, Academic journals,Scientific American (год издания - 2023 г.) тематической коллекции Life Sciences Package на платформе https://www.nature.com/Периодические издания доступные обучающимся и сотрудникам ФГБОУ ВО МГТУ по подписке и на основании контрактов и лицензионных соглашений. https://cyberleninka.ru/
Федеральное агентство лесного хозяйства : официальный сайт. – Москва. – URL: https://rosleshoz.gov.ru/. – Текст: электронный.Официальный Интернет – портал Федерального агентства лесного хозяйства. Новости, официальные документы, статистика, аналитика, базы данных. https://rosleshoz.gov.ru/
Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации : официальный сайт. – Москва. – URL: http://www.mnr.gov.ru/. – Текст: электронный.Официальные документы, статистика, аналитика, особо охраняемые природные территории, базы данных. http://www.mnr.gov.ru/
Кавказский государственный природный биосферный заповедник // Особо охраняемые природные территории Российской Федерации : [сайт] / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. – Москва. – URL: http://www.kgpbz.ru/index.php. – Текст: электронный.Кавказский заповедник является самым крупным горно-лесным заповедником Европы и одним из старейших заповедников России. http://www.kgpbz.ru/index.php
Forest.ru : все о российских лесах : [сайт]. – Москва, 2000. - . - URL: http://www.forest.ru/. – Текст: электронный.Сайт посвящен российским лесам, их охране и устойчивому использованию. Российское лесное законодательство. Проблемы российских лесов. 'Лесной бюллетень'. Периодические издания, публикации, семинары и конференции. На страницах сайта Вы найдете информацию о Лесном клубе, его проектах и начинаниях, посетите страницы ряда других организаций, занимающихся решением лесных проблем, а также сможете ознакомиться с коллекцией 'лесных' ссылок. http://www.forest.ru/
Центр защиты леса Краснодарского края = Centre of forest health of Krasnodar region : [сайт] / Министерство природных ресурсов и экологии российской федерации, Федеральное агентство лесного хозяйства (РОСЛЕСХОЗ), ФБУ «Российский центр защиты леса» . – Краснодар, 2010. - . - URL: http://czl23.ru/news.php. - Текст: электронный.Научная деятельность Филиала обобщается в работах его специалистов, занимающихся исследованиями различных аспектов лесных сообществ региона.Охота и рыбалка: журнал для охотников и рыболовов : сайт / Охотники.ру — интернет-проект объединенной редакции «Охотничьи издания» ИД «МК»: Российская охотничья газета и Охота и рыбалка. XXI век.span - , 2011 — 2023. - URL: https://www.ohotniki.ru/ - Режим доступа: свободный. – Текст электронный.Сетевое издание «Охотники.ру» Зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство Эл № ФС77-683373нак информационной продукции в случаях, предусмотренных Федеральным законом от 29 декабря 2010 года N 436-ФЗ 'О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию'. 16+(Все права на материалы, опубликованные на сайте www.ohotniki.ru, принадлежат редакции и охраняются в соответствии с законодательством РФ.)Здесь же на портале 'Охотники.ру' представлены архивы:- Российская охотничья газета (https://www.ohotniki.ru/editions/rog/issues/)- Охота и рыбалка. XXI век (https://www.ohotniki.ru/editions/oir/issues/)Журнал 'Охота' : сайт / Москва, 2021 - . - URL: https://www.oxota.life/ - Режим доступа: свободный. – Текст электронный.Журнал 'Охота' - это не просто журнал, это сообщество увлечённых людей. Мы объединяем тех, кто привержен принципам правильной охоты и рыбалки, стремится сохранить и приумножить богатые традиции классической охоты и современной рыбалки в нашей стране.Журнал 'Охота' поддерживает неравнодушное отношение к природе и выступает против браконьерства во всех его проявлениях! http://czl23.ru/news.php



11. Описание материально-технической базы необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Наименования специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Кабинет лесохозяйственных дисциплин; Лаборатория защиты растений, эксплуатации леса и городских насаждений (1-219) 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, дом № 191, Здание учебного корпуса	Мультимедийное оборудование (проектор, экран), справочная и специальная литература, рабочие места обучающихся на 40 человек. / Микроскоп бинокулярный «Микромед», буссоль – 2 шт., приростной молоток, высотомер ВУЛ 1, высотомер ВА, электронный высотомер «Nikon», электронный полнотомер «Haglof» - 2 шт., пинцет 10 шт., скальпель 10 шт., чашка Петри - 20 шт., стекло предметное - 200 шт., лоток пл. - 20 шт., стекло для цементации 20 шт., пипетка с грушей - 10 шт., лупа – 4 шт., ноутбук Asus K52JUCOREi3, мерные текстолитовые вилки - 6 шт., штангенциркуль – 4 шт., весы электронные тензометрические для статического взвешивания «МТ» - 2 шт, квадрокоптер «PHANTOM» - 3 шт, ультразвуковой высотомер, дальномер, угломер Vertex IV/360, приростной бурав Haglof для твердой древесины диаметр 4,3 мм, длина 250 мм, приростной бурав Haglof для твердой древесины диаметр 4,3 мм, длина 500 мм, цифровой многофункциональный измеритель параметров окружающей среды MS-6300, стенд-тренажер «Система противопожарного водоснабжения».	7-Zip Свободная лицензияAdobe Reader DC Свободная лицензияAutodesk 3DMAX - учебная версия Свободная лицензияAndroidStudio Свободная лицензияAutodesk Maya - учебная версия Свободная лицензия
Кабинет лесохозяйственных дисциплин; Лаборатория защиты растений, эксплуатации леса и городских насаждений (1-219) 385000, Республика Адыгея, г. Майкоп, ул. Первомайская, дом № 191, Здание учебного корпуса	Мультимедийное оборудование (проектор, экран), справочная и специальная литература, рабочие места обучающихся на 40 человек. / Микроскоп бинокулярный «Микромед», буссоль – 2 шт., приростной молоток, высотомер ВУЛ 1, высотомер ВА, электронный высотомер «Nikon», электронный полнотомер «Haglof» - 2 шт., пинцет 10 шт., скальпель 10 шт., чашка Петри - 20 шт., стекло предметное - 200 шт., лоток пл. - 20 шт., стекло для цементации 20 шт., пипетка с грушей - 10 шт., лупа – 4 шт., ноутбук Asus K52JUCOREi3, мерные текстолитовые вилки - 6 шт., штангенциркуль – 4 шт., весы электронные тензометрические для статического взвешивания «МТ» - 2 шт, квадрокоптер «PHANTOM» - 3 шт, ультразвуковой высотомер, дальномер, угломер Vertex IV/360, приростной бурав Haglof для твердой древесины диаметр 4,3 мм, длина 250 мм, приростной бурав Haglof для твердой древесины диаметр 4,3 мм, длина 500 мм, цифровой многофункциональный измеритель параметров окружающей среды MS-6300, стенд-тренажер «Система противопожарного водоснабжения».	7-Zip Свободная лицензияAdobe Reader DC Свободная лицензияAutodesk 3DMAX - учебная версия Свободная лицензияAndroidStudio Свободная лицензияAutodesk Maya - учебная версия Свободная лицензия
Лаборатория биологии растений (1-217) 385000, Республика Адыгея,	Микроскоп бинокулярный «Микромед»; весы электронные до	7-Zip Свободная лицензияAdobe Reader DC Свободная



Наименования специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
г. Майкоп, ул. Первомайская, дом № 191, Здание учебного корпуса	50 г– 2 шт., пинцет - 10 шт., скальпель 10 шт., чашка Петри - 20 шт., стекло предметное - 200 шт., лоток пл. - 20 шт., стекло для цементации 20 - шт., пипетка с грушей - 10 шт., лупа – 4 шт., ноутбук Asus K52JUCOREi3; ранцевая полевая водно-почвенная лаборатория НКВ-Рм; электронные весы «Ингредиент» - 2 шт., мерные текстолитовые вилки 6 шт., штангенциркуль – 4 шт., прививочные садовые ножи – 6 шт.; весы электронные тензометрические для статического взвешивания «МТ» - 2 шт., квадрокоптер «PHANTOM» - 3, интерактивная доска Triuvph Board 78"Multi Touch, проектор PS501X	лицензияAutodesk 3DMAX - учебная версия Свободная лицензияAndroidStudio Свободная лицензияAutodesk Maya - учебная версия Свободная лицензия

