

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЛП

УТВЕРЖДАЮ /М.Н. Волдаев/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

29.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

М.1.1.5 Математическое моделирование лесных экосистем

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки  
(специальность)

35.04.01 Лесное дело

Квалификация выпускника

Магистр

*(бакалавр/магистр/специалист)*

Программа магистратуры

Управление воспроизводством леса и лесозащита

Курс 1  
Семестр 1

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	180 / 5	часов/зачетных единиц
Лекции	16	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	16	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	32	часов
Контактная работа по экзамену	6	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	112	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	30	часов
Экзамен	1	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	-	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 35.04.01 Лесное дело

Программу составили:

заведующий кафедрой с ученой степенью доктора наук и ученым званием "доцент"	ЛКСиБТ	СОГЛАСОВАНО	Д.И. Мухортов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра лесных культур, селекции и биотехнологии

(наименование кафедры)		
05.02.2024	протокол №	10
(дата)		

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Д.И. Мухортов
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)  
кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	Д.И. Мухортов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит  
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	Д.И. Мухортов
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Самосудов Андрей Евгеньевич, директор Филиала Федерального бюджетного  
учреждения «Российский центр защиты леса» «Центр защиты леса Республики Марий Эл»,  
директор Филиала Федерального бюджетного учреждения "Российский центр защиты леса"  
"Центр защиты леса Республики Марий Эл"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 11.03.2024 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	ИД-1УК-1 Знает методы и методики критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа, способы получения новых знаний на основе анализа, синтеза и др.; способы сбора данных по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области;	<b>знания:</b> методов и методик критического анализа и оценки современных научных достижений; основных принципов критического анализа, способов получения новых знаний на основе анализа, синтеза и др.; способов сбора данных по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	ИД-2УК-1 Умеет выполнять поиск необходимой информации, её критический анализ, обобщать проблемные ситуации и вырабатывать стратегии действий, осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта.	<b>знания:</b> <b>умения:</b> выполнять поиск необходимой информации, её критический анализ, обобщать проблемные ситуации и вырабатывать стратегии действий, осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта. <b>навыки:</b>

ИД-ЗУК-1 Использует системный подход для осуществления критического анализа проблемных ситуаций и выработки стратегии действий, исследований проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; для выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения

**знания:** методов критического анализа проблемных ситуаций, основных проблем в области восстановления и защиты лесов и методов для их решения  
**умения:** использовать системный подход для осуществления критического анализа проблемных ситуаций и выработки стратегии действий, исследований проблем в области восстановления и защиты лесов с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности  
**навыки:** использования системного подхода для осуществления критического анализа проблемных ситуаций и выработки стратегии действий, исследования проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения

<p>2. ОПК-4 Способен проводить научные исследования, анализировать их результаты и готовить отчетные документы</p>	<p>ИД-1ОПК-4 Знает основные теоретические и экспериментальные методы и средства проведения научных исследований в области профессиональной деятельности; применение современных средств информационно-коммуникационных технологий при проведении научных исследований; методологические основы организации и проведения научных исследований, стандартные методы и технологии, позволяющие решать научно-технические задачи в профессиональной деятельности, методы статистической обработки данных научного исследования, требования к оформлению научной документации.</p>	<p><b>знания:</b> основных теоретических и экспериментальных методов и средств проведения научных исследований в области профессиональной деятельности; применения современных средств информационно-коммуникационных технологий при проведении научных исследований; методологических основ организации и проведения научных исследований, стандартных методов и технологии, позволяющих решать научно-технические задачи в профессиональной деятельности, методов статистической обработки данных научного исследования, требований к оформлению научной документации.</p> <p><b>умения:</b></p> <p><b>навыки:</b></p>
--	--	--

<p>ИД-2ОПК-4 Умеет самостоятельно выбирать методологические подходы к разработке исследовательских программ в области профессиональной деятельности; осуществлять взаимодействие по разработке и реализации научной документации, анализировать и применять методы научных исследований, осуществлять подготовку научной документации.</p>	<p><b>знания:</b></p> <p><b>умения:</b> самостоятельно выбирать методологические подходы к разработке исследовательских программ в области профессиональной деятельности; осуществлять взаимодействие по разработке и реализации научной документации, анализировать и применять методы научных исследований, осуществлять подготовку научной документации.</p> <p><b>навыки:</b></p>
<p>ИД-3ОПК-4 Владеет навыками проведения научных исследований с учетом теоретических и эмпирических ограничений, осуществлением обоснованного выбора методов для проведения научного исследования; разработкой программ научно-исследовательской работы; опытом проведения научного исследования в профессиональной деятельности; современными технологиями организации сбора, обработки данных; основными принципами проведения научных исследований в области лесного хозяйства, в т.ч. лесовосстановления и защиты леса</p>	<p><b>знания:</b></p> <p><b>умения:</b></p> <p><b>навыки:</b> проведения научных исследований с учетом теоретических и эмпирических ограничений, осуществлением обоснованного выбора методов для проведения научного исследования; разработкой программ научно-исследовательской работы; опытом проведения научного исследования в профессиональной деятельности; современными технологиями организации сбора, обработки данных; основными принципами проведения научных исследований в области лесного хозяйства, в т.ч. лесовосстановления и защиты леса</p>

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Современные проблемы лесовосстановления (УК-1)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Методология научного исследования (УК-1), Управление биологическими системами в лесном и лесопарковом хозяйстве (УК-1), Методология научного исследования (ОПК-4); практиках: Учебная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (УК-1), Преддипломная практика (УК-1), Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (УК-1); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (УК-1), Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-4)

### Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: исследовательские, лекционные занятия, практические занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, игровое проектирование, классическая лекция

### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 1 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>1. Системный анализ</b>	<b>28</b>	УК-1
Лекция. Определение системы. Классификация систем. Лесные экосистемы.	2	
Лекция. Группировка и обработка данных количественной и качественной изменчивости лесных экосистем	2	
Практическое занятие. Определение основных статистических показателей эмпирических совокупностей лесных экосистем	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР, реферата 1) Подготовка презентаций по индивидуальным заданиям. 2) Вычисление основных статистических показателей эмпирической совокупности.	20	
<b>2. Сравнение средних показателей в группах</b>	<b>48</b>	ОПК-4, УК-1
Практическое занятие. Сравнение средних показателей с применением t - критерия Стьюдента	2	
Практическое занятие. Сравнение средних показателей с применением F - критерия Фишера	2	
Лекция. Сравнение средних показателей в группах	4	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР		
3) Определение различий между несвязанными выборками (t - критерий Стьюдента).		
4) Определение доли влияния фактора (дисперсионный	40	
<b>3. Основы математического моделирования</b>	<b>68</b>	ОПК-4, УК-1
Лекция. Определение меры связи между явлениями (корреляционный анализ)	2	
Лекция. Определение меры связи между явлениями (регрессионный анализ)	2	
Лекция. Основы математического моделирования	2	
Лекция. Методы математической идентификации и классификации объектов лесных экосистем	2	
Практическое занятие. Оценка тесноты линейной связи между явлениями	2	
Практическое занятие. Определение формы связи между явлениями	4	
Практическое занятие. Многомерные методы анализа (кластерный анализ)	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение РГР		
5) Выполнение корреляционного анализа.		
6) Выполнение регрессионного анализа.		
7) Выполнение кластерного анализа.	52	
Иная контактная работа: консультации	0	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

**Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом **практического** занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение **расчётных заданий**, **подготовку реферата**. Подготовку реферата (требования включают в себя: -



отдельных частей; - соответствие заданным объемам; - работа со шрифтом и кеглем; - расположение текста на странице.) Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе. Условия аттестации приведены в технологической карте, входящей в состав рабочей программы дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является **экзамен**.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющихся в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Математические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве [Текст] : лаб. практикум / [В. Л. Черных и др.]; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Мар. гос. техн. ун-т". Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. - 79 с. ISBN 978-5-8158-0943-7.	89 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/CHernyx_V.L._Matmetody.pdf">https://portal.volgatech.net/books/CHernyx_V.L._Matmetody.pdf</a>
2.	Ворожцов, Дмитрий Михайлович. Математическое моделирование лесных экосистем [Текст] : практикум : [по направлениям "Лесное дело", "Экология и природопользование" и "Биотехнология"] / Д. М. Ворожцов, Н. А. Власова; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2016. - 83 с. ISBN 978-5-8158-1776-0. Экземпляры: всего 21.	21 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Vorozhcnov_matematicheskoe_modelirovanie_2016.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Vorozhcnov_matematicheskoe_modelirovanie_2016.pdf</a>
3.	Ворожцов, Дмитрий Михайлович. Математическое моделирование лесных экосистем [Текст] : учебное пособие : [по направлениям магистратуры 35.04.01, 05.04.06, 19.04.01] / Д. М. Ворожцов, Н. А. Власова; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. - 115 с. ISBN 978-5-8158-1812-5. Экземпляры: всего 21.	21 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Vorozhcnov_matematicheskoe_modelirovanie_2017.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Vorozhcnov_matematicheskoe_modelirovanie_2017.pdf</a>
4.	Мазуркин, Петр Матвеевич. Математическое моделирование [Текст] : идентификация однофакторных статистических закономерностей : [учеб. пособие для студентов вузов по направлению подготовки бакалавров и магистров 280400 "Природообустройство"] / П. М. Мазуркин, А. С. Филонов. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. - 290 с. ISBN 5-8158-0345-6. Экземпляры: всего 30.	30
5.	Доспехов, Борис Александрович. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] : Учебник для студентов высших с.-х. учебных заведений по агрономическим специальностям / Б. А. Доспехов. 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. - 352 с. Экземпляры: всего 3.	3
6.	Соколов, Петр Алексеевич. Вариационная статистика	64

	[Текст] : учеб. пособие для студентов специальности 31.12 заоч. формы обучения / П. А. Соколов, В. Л. Черных. Йошкар-Ола: МарПИ, 1990. - 99 с. ISBN 5-230-00330-8. Экземпляры: всего 66.	
7.	Лакин, Георгий Филиппович. Биометрия [Текст] : [Учеб. пособие для биол. спец. вузов] / Г. Ф. Лакин. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1990. - 351 с. ISBN 5-06-000471-6. Экземпляры: всего 43.	42
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	<a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	343 (I)	Весы ВЛТЭ-500 с калибровочной гирей 500г F2 (1), Установка для пробного проращивания семян типа "Якобсона" (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
2.	344 (I)	Стенды-планшет на пласт из 3-х ч (1), Телевизор цветной PANASONIC (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
3.	350 (I)	Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система

		"Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ- Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
--	--	--

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

## 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

**Поволжский государственный технологический университет**

**Дисциплина: "Математическое моделирование лесных экосистем"**

**Билет №0**

### **Вопросы:**

1. Понятие системы. Классификация систем.
2. Наименьшая существенная разница в дисперсионном анализе.
3. Кластерный анализ, его назначение.

### **Пример ФОС:**

**Вопрос:** Какой коэффициент нужно использовать для оценки тесноты линейной связи между двумя переменными?

Варианты ответов:

- 1 - Коэффициент детерминации;
- 2 - Коэффициент корреляции;
- 3 - Коэффициент асимметрии;
- 4 - Коэффициент вариации.

**Правильный ответ - 2.**

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

4. Понятие системы. Классификация систем.
5. Понятия моделирование, математическое моделирование.
6. Описательная статистика эмпирических совокупностей.
7. Нормальное распределение случайных величин.
8. Виды средних величин выборок.

9. Мода и медиана статистических рядов.
10. Основные характеристики изменчивости признаков в выборках и их основные свойства.
11. Коэффициент асимметрии и эксцесс рядов распределения значений показателей в выборках.
12. Математические методы сравнения средних величин (Фишера, Стьюдента).
13. Критерий сравнения средних значений в двух нормальных совокупностях (т-критерий).
14. Дисперсионный анализ. Общая, факторная и остаточная сумма квадратов отклонений.
15. Наименьшая существенная разница в дисперсионном анализе.
16. Доля влияния фактора при проведении дисперсионного анализа.
17. Корреляционный анализ. Коэффициент корреляции.
18. Математические модели связи - регрессионный анализ.
19. Однофакторный и многофакторный регрессионный анализ.
20. Оценка адекватности уравнений регрессии.
21. Коэффициент детерминации.
22. Основы регрессионного анализа. Метод наименьших квадратов.
23. Уравнения линейной регрессии, смысл входящих в него коэффициентов.
24. Вид степенного уравнения регрессии, смысл входящих в него коэффициентов.
25. Уравнение Ципфа-Парето-Мандельброта, смысл входящих в него коэффициентов.
26. Функции для математического описания периодических или квазипериодических процессов.
27. Кластерный анализ, его назначение.