

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЛП

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

13.02.2025 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

Государственное управление лесами

Курс 1  
Семестр 1

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	180 / 5	часов/зачетных единиц
Лекции	15	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	15	часов
Иная контактная работа	2	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:

доцент с ученой степенью кандидата наук	ЛВиЛУ	СОГЛАСОВАНО	Н.А. Власова
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)
доцент с ученой степенью кандидата наук	ЛВиЛУ	СОГЛАСОВАНО	Д.М. Ворожцов
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра лесоводства и лесоустройства

(наименование кафедры)			
03.02.2025	протокол №	6	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	О.Н. Бажин	
		(И.О. Фамилия)	

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

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	О.Н. Бажин
		(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 ФБУ «Рослесозащита –  
«ЦЗЛ Республики Марий Эл»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 17.02.2025 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	УК-1.1. Знает методы и методики критического анализа и оценки научных достижений; основные принципы критического анализа, способы получения новых знаний на основе анализа; способы сбора данных по научным проблемам, относящимся к профессиональной области	<b>знания:</b> Знает методы и методики критического анализа и оценки научных достижений <b>умения:</b> <b>навыки:</b>
	УК-1.2. Умеет выполнять поиск необходимой информации, проводить 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> Умеет осуществлять поиск информации, анализировать и обобщать полученные данные <b>навыки:</b>

	<p>УК-1.3. Использует системный подход для осуществления критического анализа проблемных ситуаций и выработки стратегии действий, исследований проблем профессиональной деятельности с применением анализа и других методов интеллектуальной деятельности; владеет навыками системного подхода для выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения</p>	<p><b>знания:</b> Знает основные системные понятия и принципы системного подхода</p> <p><b>умения:</b> Умеет анализировать проблемные ситуации, связанные с профессиональной деятельностью и разрабатывать стратегию действий для их решения.</p> <p><b>навыки:</b> Имеет навыки применения системного подхода для выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения.</p>
<p>2. ОПК-4 Способен проводить научные исследования, анализировать их результаты и готовить отчетные документы</p>	<p>ОПК-4.1. Анализирует методы и способы решения исследовательских задач</p>	<p><b>знания:</b> Знает методы и способы решения исследовательских задач.</p> <p><b>умения:</b> Умеет анализировать исходные данные и выбирать методы и способы для проведения исследований.</p> <p><b>навыки:</b> Имеет навыки решения исследовательских задач.</p>
	<p>ОПК-4.2. Использует информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную и приборную базу для проведения исследований в Лесном деле</p>	<p><b>знания:</b> Знает информационные ресурсы, научную и опытно-экспериментальную базу для проведения исследований.</p> <p><b>умения:</b> Умеет использовать информационные ресурсы, научную и опытно-экспериментальную базу для проведения исследований.</p> <p><b>навыки:</b> Владеет навыками работы с информационными ресурсами, приборами и инструментами для проведения исследований в Лесном деле.</p>
	<p>ОПК-4.3. Формулирует результаты, полученные в ходе решения исследовательских задач, готовит отчетные документы</p>	<p><b>знания:</b> Знает основные методы обработки данных и подготовки отчетных документов по проведенным исследованиям.</p> <p><b>умения:</b> Умеет обобщать результаты исследований.</p> <p><b>навыки:</b> Имеет навыки формулировки полученных результатов и подготовки отчетных документов</p>

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания

предшествующих дисциплин: Современные проблемы природопользования (УК-1)  
 Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Методология научного исследования (УК-1), Методология научного исследования (ОПК-4); практиках: Учебная практика. Ознакомительная 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: лекционные занятия, практические занятия

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

### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 1 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Общий раздел</b>	<b>142</b>	ОПК-4, УК-1
Лекция. Системный анализ	3	
Лекция. Математическое моделирование	4	
Лекция. Клеточные автоматы	2	
Лекция. Генетический алгоритм	2	
Лекция. Спектральный анализ	2	
Лекция. Нейронные сети	2	
Практическое занятие. Регрессионный анализ	3	
Практическое занятие. Дисперсионный анализ	4	
Практическое занятие. Моделирование роста биологической клетки с помощью клеточных автоматов	2	
Практическое занятие. Решение линейного уравнения с помощью генетического алгоритма	2	
Практическое занятие. Распознавание образов с использованием нейронной сети	2	
Практическое занятие. Спектральный анализ динамики заражения COVID-19	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение реферата		
Подготовка к практическим занятиям	112	
Иная контактная работа: консультации	2	
Подготовка к экзамену	30	
Проведение экзамена	6	

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

Изучение дисциплины "Математическое моделирование лесных экосистем" 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 "Математическое моделирование лесных экосистем" включает подготовку реферата.

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 "Математическое моделирование"

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

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Информационные технологии в лесном хозяйстве [Текст] : учеб. пособие / [В. Л. Черных и др.] ; под ред. В. Л. Черных. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. - 141 с. ISBN 978-5-8158-0681-8. Экземпляры: всего 69.	69 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Brjansk_ITLX_11_01_09_xz.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Brjansk_ITLX_11_01_09_xz.pdf</a>
2.	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.	85 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/CHernyx_V.L._Matmetody.pdf">https://portal.volgatech.net/books/CHernyx_V.L._Matmetody.pdf</a>
3.	Ворожцов, Дмитрий Михайлович. Математическое моделирование лесных экосистем [Текст] : практикум : [по направлениям "Лесное дело", "Экология и природопользование" и "Биотехнология"] / Д. М.	21 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Vorozhcnv_matematicheskoe_modelirovanie_2016.p">https://portal.volgatech.net/books/Vorozhcnv_matematicheskoe_modelirovanie_2016.p</a>

	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.	df
4.	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> df
5.	Демаков, Юрий Петрович. Структура и закономерности развития лесов Республики Марий Эл [Текст] : монография / Ю. П. Демаков; [под ред. В. Л. Черных] ; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т", ФГБУ Гос. заповедник "Большая Кокшага". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. - 431 с. ISBN 978-5-8158-2014-2. Экземпляры: всего 5.	5 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Demakov_Struktura_i_zakonomernosti_razvitii_lesov_v_2018.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Demakov_Struktura_i_zakonomernosti_razvitii_lesov_v_2018.pdf</a>
6.	Демаков, Юрий Петрович. Влияние факторов среды на рост деревьев в сосняках Республики Марий Эл [Электронный ресурс] : монография : электронное научное издание / Ю. П. Демаков; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет", ФГБУ "Государственный заповедник "Большая Кокшага", Марийское региональное отделение Русского географического общества. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2023. - 479 с. ISBN 978-5-8158-2348-8.	<a href="https://portal.volgatech.net/books/Demakov_Vliyaniye_faktorov_sredy_na_rost_derevyev_v_sosnyakakh_Respubliki_Mariy_El_2025.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Demakov_Vliyaniye_faktorov_sredy_na_rost_derevyev_v_sosnyakakh_Respubliki_Mariy_El_2025.pdf</a>
7.	Горохов, Андрей Витальевич. Основы системного анализа [Текст] : учебное пособие : [для студентов направлений 201000.62, 280700.62, 210100.62]. Ч. 1, 2013. - 139 с. ISBN 978-5-8158-1280-2. Экземпляры: всего 78.	78 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Goroxov_osnovi_sistemnogo_analiza_2013.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Goroxov_osnovi_sistemnogo_analiza_2013.pdf</a>
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>
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>
2.	Информационно-правовой портал Гарант	<a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>
3.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	<a href="http://www.cntd.ru">http://www.cntd.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.	116 (II)	Компьютерный стол Бриз-9 (15), ПК ICL RAY S902.1, клавиат.,мышь,патч корд	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система

		3м,монитор ViewSonic 21,5" VA2248-LED (15), Комплект учебной мебели (1)	"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, Prognoz 2.1, Michxod v3, Sosna99, STATISTICA 6.1 for Windows Russian, Powersim Studio 9, Prognoz 2.1, Michxod v3, Sosna99
2.	517 (I)	Персональный компьютер 1 (1), Персональный компьютер 2 (20), 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, Prognoz 2.1, Michxod v3, Sosna99, STATISTICA 6.1 for Windows Russian, Powersim Studio 9, Prognoz 2.1, Michxod v3, Sosna99
3.	519 (I)	Источник бесперебойного питания UPS 600VA (1), ПК ICL RAY H494.1 сист.блок,клавиат,мышь,монитор View Sonic VA2231 WLED WZ1218) (1), Проектор мультимедийный Hitachi CH-X 260 (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, Prognoz 2.1, Michxod v3, Sosna99, STATISTICA 6.1 for Windows Russian, Powersim Studio 9, Prognoz 2.1, Michxod v3, Sosna99
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 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.

Проведение многофакторного дисперсионного анализа.

Построение многофакторной линейной регрессионной модели.

Определение основных статистических показателей по выборочной совокупности.

Проверка гипотезы о нормальном распределении значений биологического признака.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Описательная статистика эмпирических совокупностей.
2. Нормальное распределение случайных величин.
3. Математические модели связи - регрессионный анализ.
4. Фишера, Стьюдента, Пирсона распределения случайных величин.
5. Статистический анализ одномерных моделей связи.
6. Критерий « $\chi^2$ » для проверки гипотезы о равенстве эмпирического и теоретического распределений.
7. Корреляционный анализ.
8. Дисперсионный анализ. Общая, факторная и остаточная сумма квадратов отклонений.
9. Проверка статистических гипотез
10. Коэффициент корреляции и корреляционное отношение.
11. Дисперсионный анализ.
12. Теоретические законы распределения случайной величины.
13. Общая задача линейного программирования.
14. Критерии исключения резко выделяющихся наблюдений исследуемой совокупности.
15. Критерий сравнения средних значений в двухнормальных совокупностях (t-критерий).
16. Полный корреляционный анализ.

17. Модель авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего
18. Определение параметров регрессии.
19. Корреляционный анализ в среде Statistica и Excel.
20. Однофакторный и многофакторный регрессионный анализ.
21. Анализ временных рядов и прогнозирование
22. Оценка адекватности уравнений регрессии
23. Постановка задачи линейного программирования (ЛП). Каноническая форма задачи ЛП.
24. Преобразования, моделирование, графики, автокорреляции
25. Линейное программирование.
26. Коэффициент детерминации.
27. Цели применения математических методов в лесоводственных исследованиях
28. Экспоненциальное сглаживание и прогнозирование.
29. Практическая реализация выявления законов распределения случайных величин в среде Statistica или Excel.