



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

**УТВЕРЖДЕНО**  
решением ученого совета института  
медицины, экологии и физической культуры  
от 19 июня 2024 г. протокол № 10/261

Председатель \_\_\_\_\_ /В.В. Машин /  
19.06.2024



### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	<b>МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ</b>
Факультет	<b>Экологический</b>
Кафедра	<b>Лесного хозяйства</b>
Курс	<b>2</b>

Направление подготовки: **35.04.01 Лесное дело (уровень магистратуры)**

Профиль: **Лесоводство и лесопользование**

Форма обучения: **очная**


Дата введения в учебный процесс УлГУ: **« 1 » сентября 2024 г.**


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Митрофанова Наталья Александровна	Лесного хозяйства	Доцент, к.б.н., доцент

<b>СОГЛАСОВАНО</b> Заведующий кафедрой лесного хозяйства
 _____ подпись, / Л.И. Загидуллина/ расшифровка подписи 16.04. 2024

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## 1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** формирование комплекса знаний по математическому моделированию, статистическим методам, вопросам использования новых информационных технологий в разработке отраслевых математических моделей.

**Задачи освоения дисциплины:** изучить методику построения и верификации парных и многофакторных линейных и нелинейных моделей; решение практических задач на основе оптимизации моделей; использование моделирования в научно – исследовательской работе.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

«Математическое моделирование лесных экосистем» - дисциплина обязательной части (Б1.О.09).


Освоение дисциплины базируется на знаниях, приобретенных в рамках изучения таких предшествующих дисциплин, как: философские проблемы науки и техники, биологические системы в лесном и лесопарковом хозяйстве, компьютерные технологии в лесоустройстве и лесопромышленности, логистические системы в лесном комплексе, управление проектами в профессиональной деятельности, мониторинг лесных пожаров и лесозащитных работ, международное лесное хозяйство, методы инвентаризации и мониторинга лесов, а также при прохождении технологической (проектно-технологической) практики.

Данная учебная дисциплина будет основой для освоения последующих дисциплин: методологические проблемы научных исследований в профессиональной и педагогической деятельности, институциональная организация управления лесами, многоцелевое лесопользование, лесные плантации.

Знания, умения и навыки могут быть использованы при выполнении научно-исследовательской работы (получение первичных навыков научно-исследовательской работы), прохождении преддипломной практики и выполнении и защите выпускной квалификационной работы.

## 3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПОП

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1 Способен анализировать современные проблемы науки и производства, решать сложные (нестандартные) задачи в профессиональной деятельности	<p><b>Знать:</b> основные элементы физической картины мира, как основы других естественнонаучных дисциплин</p> <p><b>Уметь:</b> логично формулировать, излагать и аргументировано отстаивать собственное видение рассматриваемых проблем</p> <p><b>Владеть:</b> способами научного познания</p>

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		


ПК-9 Готовность к получению новых знаний о лесных объектах, способностью проводить прикладные исследования, разрабатывать программы и методики проведения исследований, выбирать методы экспериментальной работы в области лесного и лесопаркового хозяйства	<p><b>Знать:</b> классификацию методов математического моделирования; основные принципы системного анализа; типы моделей, характеристики, принципы построения моделей.</p> <p><b>Уметь:</b> применять для решения конкретных задач освоенные методы моделирования и прогнозирования; пользоваться математическим аппаратом и соответствующими информационными технологиями; выполнять содержательный анализ и осуществлять интерпретацию полученных результатов;</p> <p><b>Владеть:</b> методами математического моделирования, методами представления результатов исследования; методикой разработки моделей и прогнозов с учетом особенностей объектов моделирования; математическими методами обработки лесной информации, с применением статистической обработки данных.</p>
ПК-12 Готовность к разработке обобщенных вариантов решения проблемы, анализу этих вариантов, прогнозированию последствий, нахождению компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности, планированию реализации проекта	<p><b>Знать:</b> основные понятия математического моделирования.</p> <p><b>Уметь:</b> применять методы математического моделирования при прогнозировании последствий, нахождению компромиссных решений, планированию реализации проекта.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками методов математического моделирования при прогнозировании последствий, нахождению компромиссных решений, планированию реализации проекта.</p>

#### 4 ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) - 4 ЗЕТ

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы ( в часах):

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения - очная)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		3
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	36	36
Аудиторные занятия:	36	36
лекции	18	18
семинары и практические занятия	18	18
лабораторные работы, практикумы	-	-
Самостоятельная работа	72	72
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы	Тестирование, устный опрос, проверка расчетно-графических работ	Тестирование, устный опрос, проверка расчетно-графических работ

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		


Курсовая работа	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен)	36	36
Всего часов по дисциплине	144	144

*\*В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения.*

#### 4.3 Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы

Форма обучения - очная

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий				Форма текущего контроля
		Аудиторные занятия			Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	В т.ч в интерактивной форме		
1.Основные понятия системного исследования (лекция – визуализация)	20	4	4	4	12	устный опрос, тест
2.Основные понятия и задачи математической статистики	18	4	4	4	12	устный опрос, проверка расчетно-графических работ, тест
3.Методы многомерной статистики	16	4	4	4	12	устный опрос, проверка расчетно-графических работ, тест
4.Регрессионный анализ (лекция – визуализация)	14	2	2	2	12	устный опрос, проверка расчетно-графических работ, тест
5.Дисперсионный анализ (лекция – визуализация)	14	2	2	2	12	устный опрос, проверка

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

						расчетно-графических работ, тест
6.Факторный анализ	12	2	2	2	12	устный опрос, тест
Экзамен	36	-	-	-	-	
Итого	144	18	18	18	72	

## 5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Тема 1. Основные понятия системного исследования (лекция – визуализация).**

Моделирование процессов и явлений, структуры и динамики лесных и урбанизированных экосистем. Методы описания данных, определения сходства и различий выборок, определяются наиболее значимые переменные, влияющие на результирующий фактор. Основные принципы построения и верификации моделей. Основные понятия математического моделирования. Основные этапы математического моделирования. Понятие о вычислительном эксперименте. Оценка адекватности. Оценка устойчивости. Оценка чувствительности.

### **Тема 2. Основные понятия и задачи математической статистики.**

Вычисление статистических характеристик при малой выборке. Группировка и обработка данных количественной изменчивости при большой выборке. Вычисление статистических показателей вариационного ряда непосредственным способом. Вычисление статистических показателей вариационного ряда с использованием начальных моментов способом произведений.

### **Тема 3. Методы многомерной статистики.**

Статистическая обработка данных наблюдения двух статистических величин.


Ранговые коэффициенты корреляции Спирмена и Кэндела. Коэффициент конкордации. Корреляционный анализ. Границы изменения коэффициентов ранговой корреляции и коэффициента конкордации. Оценка значимости коэффициентов ранговой корреляции и конкордации.

### **Тема 4. Регрессионный анализ .**

Требования, предъявляемые к исходной информации, используемой для построения регрессионных моделей. Первичная обработка исходной информации. Обоснование вида регрессионной модели и оценка ее параметров. Парная регрессия. Решение типовых задач. Реализация типовых задач на компьютере. Построение множественной регрессионной модели. Понятие стандартизованного масштаба. Расчет коэффициентов регрессии в стандартизованном масштабе и их свойства. Проверка аппроксимирующих свойств многофакторной регрессионной модели. Статистическая оценка надежности многофакторной регрессионной модели.

### **Тема 5. Дисперсионный анализ (лекция – визуализация).**

Однофакторный дисперсионный анализ. Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений. Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## Тема 6. Факторный анализ .

Понятие, типы и задачи факторного анализа. Классификация факторов. Систематизация факторов. Детерминированное моделирование. Типы факторных моделей. Способы преобразования факторных моделей. Факторный анализ таксационных показателей.

### 6.ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

**Тема 1. Основные понятия системного исследования** (практическое занятие - разбор практических задач на компьютере в программе Excel).

#### *Вопросы к теме:*

1. Моделирование процессов и явлений, структуры и динамики лесных и урбанизированных экосистем.
2. Методы описания данных, определения сходства и различий выборок, определяются наиболее значимые переменные, влияющие на результирующий фактор.
3. Основные принципы построения и верификации моделей.
4. Основные понятия математического моделирования.
5. Основные этапы математического моделирования.
6. Основные задачи математической статистики (МС).
7. Генеральная (ГС) и выборочная (ВС) совокупности, их взаимосвязь и различие.
8. Основные виды выборок.

**Тема 2. Основные понятия и задачи математической статистики** (расчетно-графическая работа на компьютере в программе Excel) .

#### *Решение задач:*

1. Составление сводки данных наблюдения. Математико-статистическая обработка данных наблюдения. Построение полигона и гистограммы относительных частот/
2. Вычисление основных статистических показателей , их точечная и интервальная оценка.
3. Статистическая проверка гипотез о законе распределения статистической случайной величины.


Выполнение задания №1 расчётно-графической работы.

#### **Типовой вариант задания №1 расчётно-графической работы**

Задание 1: Математико-статистическая модель лесной экосистемы.

Порядок выполнения задания:

1. Записать данные наблюдения согласно полученному заданию.
2. Выполнить сводку данных наблюдения и построить статистическое распределение выборки.
3. Построить полигон и гистограмму плотности распределения относительных частот. По виду гистограммы (или полигона) выдвинуть гипотезу о законе распределения исследуемой случайной величины.
4. Вычислить основные статистические показатели: выборочную среднюю, выборочную дисперсию, среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации.
5. Вычислить ошибки полученных статистических показателей и оценить их достоверность на 5 % - ном уровне значимости.
6. При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  проверить по критерию согласия Пирсона выдвинутую гипотезу о нормальном законе распределения изучаемого признака.
7. Для нормального распределения найти доверительные интервалы среднего значения, среднего квадратического отклонения и коэффициента вариации в генеральной совокупности на 5 % - ном уровне значимости.
8. Провести анализ результатов и сделать выводы.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

### Исходные данные

Высота дуба (дубово-ясеновые насаждения лесничества), м

Вариант задания									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22.4	23.5	25.4	23.3	20.0	25.4	24.5	26.2	25.5	23.4
26.5	21.0	20.4	22.2	24.3	25.0	22.3	20.7	23.4	26.0
20.4	26.0	24.5	25.0	23.7	21.6	24.6	24.4	27.4	24.2
23.2	23.2	22.8	23.4	26.5	25.4	26.1	24.1	24.2	25.0
23.9	25.0	24.2	25.5	26.1	24.0	20.3	26.3	25.5	25.3

### Вопросы к теме:

1. Основные формы представления ВС: вариационный ряд частот (относительных частот) и их графическое изображение. Интервальный вариационный ряд, его построение и графическое изображение.
2. Числовые характеристики вариационного ряда: характеристики положения (средняя выборочная, мода и медиана); характеристики рассеяния (дисперсия выборки, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации); характеристики формы распределения (коэффициент асимметрии и эксцесса).
3. Интервальное оценивание параметров генеральной совокупности. Доверительные интервалы для математического ожидания нормально распределенного количественного признака  $X$  при известном среднем квадратическом отклонении.
4. Понятие статистических гипотез. Виды гипотез. Ошибки 1-го и 2-го рода, их вероятности и последствия.

**Тема 3. Методы многомерной статистики** (расчетно-графическая работа на компьютере в программе Excel).

### Решение задач:

1. Составление сводки данных наблюдения двух статистических величин. Установление регрессионной зависимости между случайными величинами.
2. Вычисление коэффициента корреляции.
3. Построение эмпирических линий регрессии.
4. Выбор наилучшего вида линии регрессии с помощью ППП Excel для ПЭВМ. Выполнение задания №2 расчетно-графической работы.

### Типовой вариант задания №2 расчетно-графической работы

**Задание 2.** Корреляционно-регрессионная модель лесной экосистемы

Исходные данные:


Зависимость веса семян некоторого растения от его общего веса,  $\alpha = 40$

Вес некоторого растения, г	40	50	60	70	80	90	100	30	60	90
Вес семян, г	20	25	28	30	35	40	45	15	32	43

Порядок выполнения задания:

1. Изобразить исходные данные графически в виде поля корреляции.
2. Построить линейное уравнение парной регрессии  $y$  от  $x$ .
3. Рассчитать коэффициент линейной корреляции, среднюю ошибку аппроксимации и  $F$  - критерий Фишера.
4. Оценить статистическую значимость параметров регрессии и корреляции. Дать анализ полученным результатам.
5. С использованием ППП MS Excel провести расчет параметров линейной регрессии с выводом дополнительной регрессионной статистики.



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

6. С помощью Excel построить графики исходных данных и линий регрессии: а) линейной; б) логарифмической; в) полиномиальной; г) степенной; д) экспоненциальной.

7. Выбрать наилучший вид линии регрессии на основании графического изображения и значения коэффициента детерминации.

**Вопросы к теме:**

1. Что называют функцией и плотностью распределения случайной величины?
2. Дайте определение математического ожидания и дисперсии случайной величины.
3. Основные законы распределения случайной величины, применяемые при планировании эксперимента. Числовые характеристики этих законов.
4. Дайте определения генеральной совокупности, выборки.
5. Характеристики точечной оценки и критерии ее качества.
6. Интервальная оценка и доверительный интервал.
7. Что называют статистической гипотезой? Параметрические и непараметрические гипотезы.
8. Почему основную гипотезу называют нулевой?
9. Что называют уровнем значимости и областью принятия гипотезы?
10. Дайте определение статистического критерия. Что называют мощностью критерия?
11. Перечислите этапы проверки гипотезы.
12. Что относят к ошибкам первого и второго рода и какова вероятность их совершить?
13. Задача, решаемая при проверке гипотезы о законе распределения.
14. Роль критерия Пирсона при проверке гипотезы о законе распределения.
15. Какие статистические критерии применяются при проверке параметрических гипотез?
16. Основные гипотезы о выборочных средних, порядок их проверки.
17. Выявление грубых погрешностей с использованием параметрических гипотез

**Тема 4. Регрессионный анализ (расчетно-графическая работа)**

**Решение задач:**

Провести корреляционный и регрессионный анализы полученного задания.


**Варианты заданий расчётно-графической работы № 3**

1. Определить связь между заселённостью зеленой дубовой листоверткой и количеством листьев на дереве.
2. Определить влияние семенной инфекции на всхожесть семян сосны.
3. Определить зависимость урожайности малины лесной от поражения её антракнозом.
4. Определить зависимость плодовитости американской белой бабочки от массы куколок
5. Определить зависимость между зараженностью непарным шелкопрядом и температурным режимом.

**Вопросы к теме:**

1. Основные задачи корреляционно-регрессионного анализа.
2. В чем состоит отличие между функциональной и корреляционной связью лесо-экологических явлений?
3. Что такое корреляционное поле? Как по виду корреляционного поля подобрать регрессионную модель?



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

4. Определите понятие «уравнение регрессии». Для каких целей может быть использовано уравнение регрессии?
5. Опишите процедуру оценивания «метод наименьших квадратов». Что такое «система нормальных уравнений»?
6. Запишите формулы для расчета коэффициента корреляции и перечислите его свойства.
7. Как оценивается качество построенной модели с помощью средней ошибки аппроксимации?
8. Как проводится оценка значимости уравнения в целом и его параметров?

### **Тема 5. Дисперсионный анализ (расчетно-графическая работа)**

#### **Решение задач:**

Провести дисперсионный анализ данных опыта по изучению влияния возраста древостоя на встречаемость дереворазрушающих грибов.

#### **Вариант задания расчётно-графической работы №4**

Задание. Провести дисперсионный анализ данных опыта по изучению влияния возраста древостоя на встречаемость дереворазрушающих грибов.

Порядок выполнения задания:

1. Определить наличия в опыте вариантов с существенными различиями. Для этого определяется значение критерия  $F_{\text{фак}}$ , которое сравнивается по таблицам с  $F_{\text{теор}}$ . Если  $F_{\text{фак}} < F_{\text{теор}}$  - это означает, что в опыте подтверждается «нулевая» гипотеза и между вариантами отсутствуют существенные различия  $H_0 = 0$ . Дальнейшая обработка экспериментальных данных прекращается. Если  $F_{\text{фак}} > F_{\text{теор}}$  - это означает, что между опытными вариантами есть существенные различия и нулевая гипотеза опровергается  $H_0 \neq 0$ . В таком случае необходимо приступить ко второму этапу обработки экспериментальных данных.

2. Определение величины наименьшей существенной разницы. Сущность дисперсионного анализа заключается в расчленении общей суммы квадратов отклонений и общего числа степеней свободы на части - компоненты соответствующие структуре эксперимента.

#### **Вопросы к теме:**

1. Задачи, решаемые в дисперсионном анализе.
2. Дайте характеристику межгрупповой и внутригрупповой дисперсии.
3. Чем обусловлена вариация групповых средних вокруг общего среднего?
4. Какая параметрическая гипотеза принимается в качестве нулевой при дисперсионном анализе? Порядок проверки этой гипотезы.
5. Что называют дисперсионным отношением?
6. Какое вероятностное распределение применяют для проверки гипотезы в дисперсионном анализе? Перечислите его числовые характеристики


### **Тема 6. Факторный анализ (расчетно-графическая работа на компьютере)**

#### **Решение задач:**

Провести в программе Excel факторный анализ таксационных показателей

#### **Вопросы к теме:**

1. Как зависит число опытов от вида принимаемой математической модели?
2. Чем можно объяснить широкое распространение полиномиальных моделей?
3. Дайте определение полного факторного эксперимента.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

4. Перечислите этапы планирования и реализации полного факторного эксперимента.
5. Что называют кодированием факторов? Зачем его проводят?
6. Как происходит формирования матрицы планирования экспериментов?
7. Что называют рандомизацией опытов? Зачем ее проводят?
8. Какие опыты называют параллельными?
9. Как и для чего проводится проверка однородности дисперсии параллельных опытов?
10. Что означает понятие воспроизводимости эксперимента?
11. Как оценить ошибку эксперимента?
12. Что называют взаимодействием факторов и как оно учитывается при планировании полного факторного эксперимента?
13. Что называют взаимодействием первого, второго, третьего и т.д. порядка? Как определяется число возможных взаимодействий факторов?
14. Чем может быть обусловлена незначимость коэффициентов уравнения регрессии?
15. Что называют дробным факторным экспериментом?
16. Порядок планирования дробного факторного эксперимента.

#### **7 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ**


*Данный вид работы не предусмотрен УП.*

#### **8 ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ**

*Данный вид работы не предусмотрен УП*

#### **9 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ**

1. Понятие "модель". Моделирование как метод познания.
2. Натурные и абстрактные модели. Виды моделирования в естественных и технических науках.
3. Специфика использования математических методов и моделей в лесном хозяйстве.
4. Развитие и применение математических методов и моделей в лесном хозяйстве (в предшествующие периоды и в настоящее время).
5. Основные общенаучные и специальные методы исследований в лесном хозяйстве.
6. Роль математического моделирования в техническом прогрессе и в процессе познания
7. Модели антропогенного воздействия на экосистему.
8. Программные средства для математического моделирования.
9. Параметрическое программирование и его применение для решения лесохозяйственных задач.
10. Стохастическое программирование для моделирования процессов в лесном хозяйстве.
11. Методы сетевого планирования и управления. Их применение в лесном хозяйстве.
12. Принципы построения имитационных моделей многовидовых разновозрастных лесных насаждений
13. Подеревное моделирование динамики многовидовых древостоев FORRUS-B
14. Понятие, типы и задачи факторного анализа.
15. Классификация факторов. Систематизация факторов.


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

16. Факторный анализ таксационных показателей
17. Предмет, цели и задачи математических методов и моделирования в лесном хозяйстве.
18. Основные понятия и этапы математического моделирования.
19. Планирование научных экспериментов.
20. Основные статистические методы, применяемые для обработки и анализа информации в лесном хозяйстве.
21. Назначение и применение корреляционного анализа. Коэффициенты корреляции и детерминации.
22. Корреляционный анализ. Множественная корреляция.
23. Особенности применения корреляционного анализа к биологическим объектам.
24. Ранговые коэффициенты корреляции Спирмена и Кэндела.
25. Коэффициент конкордации. Границы изменения коэффициентов ранговой корреляции и коэффициента конкордации.
26. Назначение и применение дисперсионного анализа.
27. Однофакторный дисперсионный анализ.
28. Двухфакторный дисперсионный анализ без повторений.
29. Двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями.
30. Критерии достоверности различий в дисперсионном анализе.
31. Назначение и применение регрессионного анализа. Уравнения регрессии. Специальные математические модели в лесном хозяйстве.
32. Математические методы и модели для проектно-плановых работ.
33. Методология разработки и анализа математических моделей.
34. Требования к математическим методам и моделям в лесном хозяйстве.
35. Структура модели и стадии моделирования.
36. Виды и назначение математических методов и моделей в лесном хозяйстве.

## 10 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Содержание, требования, условия и порядок организации самостоятельной работы обучающихся с учетом формы обучения определяется в соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы обучающихся», утвержденным Ученым советом УлГУ (протокол № 8/268 от 26.03.19 г.).

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы	Объем в часах	Форма контроля
Основные понятия системного исследования	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к тестированию. Подготовка к сдаче экзамена.	12	Устный опрос, тест, экзамен
Основные понятия и задачи математической статистики	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к тестированию. Подготовка к сдаче экзамена.	12	Устный опрос, тест, экзамен
Методы многомерной	Проработка учебного материала с	12	Устный

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

статистики	использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к тестированию. Подготовка к сдаче экзамена.		опрос, тест, экзамен
Регрессионный анализ	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к тестированию. Подготовка к сдаче экзамена.	12	Устный опрос, тест, экзамен
Дисперсионный анализ	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к тестированию. Подготовка к сдаче экзамена.	12	Устный опрос, тест, экзамен
Факторный анализ	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины. Подготовка к устному опросу. Подготовка к тестированию. Подготовка к сдаче экзамена.	12	Устный опрос, тест, экзамен

## 11 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

### а) Список рекомендуемой литературы

#### основная:


1. Ашихмин В. Н. Введение в математическое моделирование : учебное пособие / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер. — М. : Логос, 2004. — 439 с. — ISBN 5-94010-272-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/9063.html>

2. Братусь Александр Сергеевич. Динамические системы и модели биологии / Братусь Александр Сергеевич, А. С. Новожилов, А. П. Платонов. - М. : Физматлит, 2010. - 400 с.

#### дополнительная:

3. Бордовский, Геннадий Алексеевич. Физические основы математического моделирования : Учебник и практикум для вузов / Геннадий Алексеевич, Александр Сергеевич, Алла Дитта Раза ; Бордовский Г. А., Кондратьев А. С., Чоудери А. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2020. - 319 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/452264>

4. Математическое моделирование : лабораторный практикум / Бен сост., А. Э. Смирнов. — М. : Московский технический университет связи и информатики, 2015. — 43 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/61739.html>

5. Введение в математический пакет Matlab : учебно-методическое пособие / сост. Т. И. Семенова [и др.]. — М. : Московский технический университет связи и информатики, 2016. — 88 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/61469.html>

**учебно-методическая:**

6. Митрофанова Н. А. Математическое моделирование лесных экосистем : тестовый контроль знаний : учеб.-метод. пособие для экол. фак. УлГУ по направл. подгот. магистров 35.04.01. Лесное дело / Митрофанова Наталья Александровна ; УлГУ, ИМЭиФК. - Ульяновск : УлГУ, 2016. - 24 с. URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/264>

7. Митрофанова, Н. А. Математическое моделирование лесных экосистем : метод. указания для самостоят. работы магистрантов направл. подгот. 35.04.01 Лесное дело / Н. А. Митрофанова. - Ульяновск : УлГУ, 2017. - 44 с. URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/424>

Согласовано:

Директор научной библиотеки УлГУ



М.М.Бурханова

15.04.2024

**б) Программное обеспечение:**

- 1.Операционная система Windows;
- 2.Пакет офисных программ Microsoft Office.

**в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

**1. Электронно-библиотечные системы:**

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart: электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания«Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2024]. — URL:<http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ :образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство«ЮРАЙТ». – Москва, [2024]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.


1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента»):электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Политехресурс». – Москва, [2024]. –URL:<https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. –Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека :база данных : сайт / ООО «Высшая школа организации и управления здравоохранением- Комплексный медицинский консалтинг». – Москва, [2024]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Букап». – Томск, [2024]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань: электронно-библиотечная система : сайт/ ООО ЭБС «Лань». – Санкт-Петербург, [2024]. –URL:<https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. –Текст : электронный.

1.7. ЭБС **Znanium.com**: электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». - Москва, [2024]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользова-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

телей. - Текст : электронный.

**2. КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2024].

**3.eLIBRARY.RU**: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2024]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

**4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»:**электронная библиотека: сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2024]. – URL:<https://нэб.рф>. – Режим доступа: для пользователей научной библиотеки. –Текст : электронный.

**5. Российское образование:** федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

**6. Электронная библиотечная система УлГУ :** модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL:<http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа :для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

Инженер ведущий



Ю.В. Щуренко  
15.04.2024


## 12 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные аудитории для проведения лекций, практических (семинарских) занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и доступом в ЭИОС университета.

Наименование помещений для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры и помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень основного оборудования и технических средств обучения
Помещение - 212. Аудитория для проведения лекционных, лабораторных, практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.	Комплект ученической мебели, доска. Мультимедийное оборудование: компьютер, проектор, экран.
Помещение - 340. Аудитория для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.	Комплект ученической мебели, доска. Мультимедийное оборудование: компьютер, проектор, экран.
Помещение – 230 (читальный зал НБ с зоной для самостоятельной работы). Аудитория для самостоятельной работы.	Комплект ученической мебели. 16 персональных компьютеров.
Помещение – 237 (читальный зал НБ с зоной для самостоятельной работы). Аудитория для самостоятельной работы.	Комплект ученической мебели. Компьютерная техника, телевизор, экран, проектор. Стол для лиц с ОВЗ.



Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

### 13 СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей

Разработчик:  \_\_\_\_\_ доцент Митрофанова Н.А.

15.04.2024