

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

Должность: И.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 28.07.2025 14:38:08

Уникальный программный ключ:

dc6dc8315534aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова  
Кафедра землеустройства и лесоводства

УТВЕРЖДАЮ:

И. о. директора института мелиорации,  
водного хозяйства и строительства  
имени А.Н. Костякова

Бенин Д.М.

2024 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.02 «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ  
ЭКОСИСТЕМ»

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 35.04.01 «Лесное дело»

Направленность: «Лесоустройство и управление лесными ресурсами»

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2024

Москва, 2024

Разработчик: Хлюстов В.К., доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
«28» 08 2024 г.

Рецензент: И.И. Васенёв, доктор биологических наук, профессор  
«28» 08 2024 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.01 «Лесное дело» и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры землеустройства и лесоводства, протокол № 1 от «28» 08 2024 г.

Зав. кафедрой Ю.Г. Безбородов, д.т.н., доцент

«\_\_» \_\_\_\_ 2024 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии  
института мелиорации, водного хозяйства  
и строительства имени А.Н. Костякова, протокол № 12  
Гавриловская Н.В. к.т.н., доцент

«28» 08 2024 г.

Заведующий выпускающей кафедрой  
землеустройства и лесоводства  
Безбородов Ю.Г., д.т.н., доцент

«\_\_» \_\_\_\_ 2024 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

Сигорев Д.А.  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>2</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>3</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>7</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	7
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ.....	9
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>13</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>13</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	13
<i>Задания к практическим работам .....</i>	<i>13</i>
6.2. <i>Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию .....</i>	<i>16</i>
<i>(экзамен).....</i>	<i>16</i>
6.3. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	19
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>19</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	19
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	20
7.3. НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	20
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	20
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>20</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>20</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>21</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>22</b>
11.1. Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	22
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>23</b>

## **АННОТАЦИЯ**

### **Рабочей программы учебной дисциплины**

#### **Б1.О.02 «Математическое моделирование лесных экосистем» для подготовки магистра по направлению 35.04.01 «Лесное дело» направленности «Лесоустройство и управление лесными ресурсами»**

**Цель освоения дисциплины** «Математическое моделирование лесных экосистем» заключается в получении знаний о формировании лесных объектов; в овладении методами статистического анализа данных в лесном деле; приобретении навыков анализа методов и способов решения задач в области математического моделирования лесных объектов; навыков разработки и интерпретации статистических моделей роста и продуктивности насаждений; навыков практического применения в профессиональной деятельности моделей и информационно-справочных систем нормативов оценки древесных ресурсов.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина «Математическое моделирование лесных экосистем» включена в базовую часть учебного плана по направлению подготовки 35.04.01 «Лесное дело».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-1.4; ОПК-3.1; ОПК-3.2

#### **Краткое содержание дисциплины:**

В результате изучения дисциплины «Математическое моделирование лесных экосистем» студент должен изучить основы теории измерений и ошибок, основные принципы математического моделирования лесных объектов с позиций системного подхода, основные приёмы организации и планирования эксперимента и наблюдения, теорию и практику построения моделей методами математической статистики, виды верификации, интерпретации и практического применения математических моделей, теорию оптимизации принятия решений.

Предметом изучения курса являются методы проведения научно-исследовательских работ, методы постановки экспериментов и наблюдений, методы анализа лесохозяйственной информации.

**Трудоемкость дисциплины** составляет 4 зач. ед., 144 часа.

**Форма промежуточного контроля** – экзамен.

### **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Математическое моделирование лесных экосистем» является получение знаний о формировании лесных объектов; овладение методами статистического анализа данных в лесном деле; приобретение навыков анализа методов и способов решения задач в области математического моделирования лесных объектов; навыков разработки и интерпретации статистических моделей роста и продуктивности насаждений; навыков практического применения в профессиональной деятельности моделей и информационно-справочных систем нормативов оценки древесных ресурсов.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Математическое моделирование лесных экосистем» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана базовой части. Дисциплина «Математическое моделирование лесных экосистем» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.04.01 «Лесное дело», позволит решать профессиональные задачи, иметь помимо профессиональной и мировоззренческой направленности; охватывать теоретическую, познавательную и практическую компоненты деятельности подготавливаемого специалиста; подготавливать будущего специалиста к самообучению и саморазвитию.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Математическое моделирование лесных экосистем» являются «Автоматизация лесного хозяйства»; «Экология лесных сообществ».

Дисциплина «Математическое моделирование лесных экосистем» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Лесоустройство и лесное проектирование» «Лесохозяйственный регламент»; «Проектирование освоения лесов».

Особенностью дисциплины является её актуальность. Знания, полученные в результате освоения тем дисциплины, позволят магистрам изучить основные приёмы организации и планирования эксперимента, строить модели процессов и явлений с их последующей верификацией, интерпретацией и практическим применением.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование лесных экосистем» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	Философские и методологические основы оценки проблем как сложной системы взаимосвязей между составляющими элементами	Критически оценивать проблемную ситуацию с позиций системного анализа, формировать структурную схему прямых и обратных связей между элементами системы	Методами системного анализа, моделирования взаимосвязей между элементами системы, алгоритмизации решения конкретной задачи
2.	ОПК-1	Способен анализировать современные проблемы науки и производства, решать сложные (нестандартные) задачи в профессиональной деятельности;	ОПК-1.1 Знает основные методы анализа достижений науки и производства в лесном деле	Особенности постановки задач при решении научных и производственных проблем лесного хозяйства и лесопользования	Анализировать проблемы лесного хозяйства с позиций концептуального, статистического и имитационного моделирования процессов формирования лесных экосистем	Методическими указаниями по использованию программных продуктов при решении научных и производственных задач
			ОПК 1.2 Использует в профессиональной деятельности отечественные и зарубежные базы данных и системы учёта научных результатов	знать структуру, функции и возможности отечественных и зарубежных баз данных, систем учёта научных результатов, а также нормативные документы и стандарты, регламентирующие их	уметь находить, анализировать и интерпретировать данные из отечественных и зарубежных баз данных, а также эффективно использовать их для решения профессиональных задач	владеть навыками работы с программными платформами и инструментами для поиска, обработки и хранения научных данных, а также методиками внедрения полученных



№ п/п	Код компете нции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
				использование в лесном хозяйстве.	в сфере лесного хозяйства.	результатов в практическую деятельность.
			ОПК-1.3 Выделяет научные результаты, имеющие практическое значение в лесном деле	Действующие нормативы, правила, методические указания и производственные рекомендации по ведению лесного хозяйства и управлению лесными ресурсами	Критически оценивать недостатки и достоинства действующих нормативно-справочных материалов, делать выбор экономически эффективных научных и практических решений	Методами выбора оптимальных производственных решений методами статистического моделирования динамики продуктивности древостоев и лесоводственного ухода за ними
			ОПК 1.4 Применяет доступные технологии, в том числе информационно-коммуникационные, для решения задач профессиональной деятельности в лесном деле	знать современные технологии, включая информационно-коммуникационные системы, их возможности и области применения в решении задач лесного хозяйства.	должны уметь выбирать и адаптировать доступные технологии для выполнения профессиональных задач в лесном деле, включая управление лесными ресурсами и мониторинг.	владеть практическими навыками использования информационно-справочными системами, специализированным программным обеспечением для анализа и моделирования
3.	ОПК-3	Способен разрабатывать и реализовывать новые эффективные технологии в профессиональной деятельности;	ОПК-3.1 Анализирует методы и способы решения задач в лесном деле	Методические основы решения научных задач в сфере лесного хозяйства и лесопользования	Применять статистические методы анализа данных, компьютерного моделирования и прогрессирования	Технологическими схемами решения производственных задач, аналитическими методами

№ п/п	Код компете нции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
						совершенствования технологий
			ОПК-3.2 Использует информационные ресурсы, достижения науки и практики в лесном деле	Действующие в отрасли информационно-аналитические ресурсы для решения задач моделирования многомерных моделей, описывающих закономерности и процессы формирования лесных экосистем	Анализировать многомерные взаимосвязи, характеризующие функционирование элементов лесных экосистем с привлечением методов статистического моделирования, программирования и многомерной классификации.	Методами статистического анализа данных, методами классификации объектов (факторного, кластерного, дискриминантного анализа), методами принятия оптимальных решений.



## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т.ч. по семестрам
		№2
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>40,4</b>	<b>40,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>40,4</b>	<b>40,4</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	8	8
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	30	30
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>103,6</b>	<b>103,6</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	79	79
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Раздел 1. «Статистические методы анализа опытных данных»	33,6	2	6	-	25,6
Раздел 2. «Многомерные методы классификации объектов»	52	2	10	-	40
Раздел 3. «Модели хода роста, строения и продуктивности древостоев»	30	2	8	-	20
Раздел 4. «Методы оптимизации при воспроизводстве лесов»	13	1	4	-	8
Раздел 5. «Информационно-справочные системы комплексной оценки лесных ресурсов»	11	1	2	-	8

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Консультации перед экзаменом	2	-	-	2	-
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2,4	-	-	2,4	-
<b>Всего за 3 семестр</b>	<b>144</b>	<b>8</b>	<b>30</b>	<b>4,4</b>	<b>101,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>8</b>	<b>30</b>	<b>4,4</b>	<b>101,6</b>

### **Раздел 1. «Статистические методы анализа опытных данных»**

Сущность метода дисперсионного анализа. Условия образования и виды статистических комплексов. Оценка различий между вариантами по наименьшей существенной разности (НСР). Сущность и метод корреляционного анализа. Форма, направление и теснота корреляционной связи. Поле корреляции и корреляционная матрица. Коэффициент корреляции и корреляционное отношение. Критерий линейности корреляции. Сущность и метод регрессионного анализа. Парная и множественная регрессия. Оценка достоверности и показатели, характеризующие точность уравнений регрессии. Погрешности и ошибки уравнений регрессии. Обоснование вида уравнений связи. Метод сокращения размерностей. Метод функциональной линеаризации. Сравнение линий регрессии на совпадение.

### **Раздел 2. «Многомерные методы классификации объектов»**

Сущность и метод факторного анализа. Устранение автокорреляции между переменными. Вращение системы координат (варимакс, кваримакс), выделение главных компонент, распределение нагрузок на факторные оси, общность и специфичность переменных. Семантический смысл скомпонованных переменных в главные компоненты. Сущность и метод кластерного анализа. Стратегии кластеризации (ближайшего соседа, дальнего соседа, гибкая, Уорда). Построение дендрограмм по объединяющей стратегии и размещения кластеров на плоскости по методу динамических сгущений. Сущность и метод дискриминантного анализа. Понятие о центроиде, внутрикластерном и межкластерном расстоянии. Статистические критерии при решении классификационных задач. Суммарное межкластерное расстояние Махаланобиса. Статистическая значимость критериев и заключение о проведённой классификации.

### **Раздел 3. «Модели хода роста, строения и продуктивности древостоев»**

Ход роста древостоев – как статичная модель изменения таксационных показателей совокупности древостоев при максимальной сомкнутости (теория нормального насаждения). Экологические модели хода роста таксационных показателей древостоев разной полноты и густоты по типам леса и типам лесорастительных условий. Лесотипологические модели классов средних высот и диаметров по типам леса. Статистические модели прогнозирования текущего прироста таксационных показателей конкретных древостоев.

Экологические основы типизации хода роста древостоев по средней высоте, среднему диаметру и запасу.

#### **Раздел 4. «Методы оптимизации при воспроизводстве лесов»**

Понятие оптимизационной модели. Структура оптимизационной модели (целевая функция, система ограничений). Постановка и решение задачи оптимизации породного состава лесов будущего в лесотипологической нише совместного произрастания древесных пород. Постановка и решение задачи по оптимизации режима промежуточного и главного пользования лесом с критерием оптимизации на максимум продуктивности древостоя к возрасту главной рубки.

#### **Раздел 5. «Информационно-справочные системы комплексной оценки лесных ресурсов»**

Содержание и практическое использование информационно-справочной системы хода роста, строения и товарной продуктивности древостоев по классам средних высот и полноте. Содержание и практическое использование информационно-справочной системы электронных нормативов комплексной оценки древесных ресурсов на текущий момент времени. Примеры графической интерпретации текущего состояния древостоев разной породной, возрастной и пространственной структуры по типам леса.

### **4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия**

Таблица 4

#### **Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий и контрольные мероприятия**

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела</b>	<b>№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий</b>	<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Вид контрольного мероприятия</b>	<b>Кол-во часов</b>
1.	<b>Раздел 1. «Статистические методы анализа опытных данных»</b>				
	Тема 1. «Статистические методы анализа опытных данных»	Лекция № 1. «Статистические методы анализа опытных данных»	УК-1.1; ОПК-1.1; ОПК-3.1	-	2
		Практическое занятие № 1. «Статистическая оценка первичных данных»	ОПК-1.2; ОПК-3.2	защита практической работы	2
		Практическое занятие № 2. «Статистический анализ данных»	ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-1.4; ОПК-3.2	защита практической работы	4
2.	<b>Раздел 2. «Многомерные методы классификации объектов»</b>				
	Тема 2. «Многомерные методы	Лекция № 2. «Многомерные методы классификации объектов»	УК-1.1; ОПК-1.1; ОПК-3.1	-	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	классификации объектов»	Практическое занятие № 3. «Графическая интерпретация выделения собственных значений факторов»	ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-1.4; ОПК-3.2	защита практической работы	4
		Практическое занятие № 4. «Графическая интерпретация дендрограмм кластеризации по стратегиям разделения и объединения объектов классификации»	ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-1.4; ОПК-3.2	защита практической работы	2
		Практическое занятие № 5. «Определение вероятности принадлежности объектов к классам»	ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-1.4; ОПК-3.2	защита практической работы	4
3.	<b>Раздел 3. «Модели хода роста, строения и продуктивности древостоев»</b>				
	Тема 3. «Модели хода роста, строения и продуктивности древостоев»	Лекция № 3. «Модели хода роста, строения и продуктивности древостоев»	УК-1.1; ОПК-1.1; ОПК-3.1	-	2
		Практическое занятие № 6. «Формирование системного комплекса моделей хода роста и продуктивности совокупности нормальных насаждений»	ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-1.4; ОПК-3.2	защита практической работы	4
		Практическое занятие № 7. «Построение моделей хода роста, строения и продуктивности древостоев по типам леса и ТЛУ»	ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-1.4; ОПК-3.2	защита практической работы	4
4.	<b>Раздел 4. «Методы оптимизации при воспроизводстве лесов»</b>				
	Тема 4. «Методы оптимизации при воспроизводстве лесов»	Лекция № 4. Методы оптимизации при воспроизводстве лесов	УК-1.1; ОПК-1.1; ОПК-3.1	-	1
		Практическое занятие № 8. «Оптимизация породного состава лесных культур по ТЛУ»	ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-1.4; ОПК-3.2	защита практической работы	2
		Практическое занятие № 9. «Оптимизация промежуточного и главного пользования лесом»	ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-1.4; ОПК-3.2	защита практической работы	2
5.	<b>Раздел 5. «Информационно-справочные системы комплексной оценки лесных ресурсов»</b>				
	Тема 5. «Информационно-справочные	Лекция № 5. Информационно-справочные системы	УК-1.1; ОПК-1.1; ОПК-3.1	-	1

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	системы комплексной оценки лесных ресурсов»	комплексной оценки лесных ресурсов			
		Практическое занятие № 10. «Применение информационно-справочных систем лесотаксационных нормативов в лесной отрасли»	ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-1.4; ОПК-3.2	защита практической работы	2

Таблица 5а

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. «Статистические методы анализа опытных данных»</b>		
1.	Тема 1. «Статистические методы анализа опытных данных»	Анализ данных таксационного описания. Стратификация повидельного банка данных по возрасту, породному составу, уровням продуктивности, условиям местопроизрастания и пр. (УК-1.1; ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-3.1).
<b>Раздел 2. «Многомерные методы классификации объектов»</b>		
2.	Тема 2. «Многомерные методы классификации объектов»	Природное и климатическое районирование территории страны и субъекта РФ. Методы и схемы тематического районирования лесов (УК-1.1; ОПК-1.1-ОПК-1.4; ОПК-3.1; ОПК-3.2).
<b>Раздел 3. «Модели хода роста, строения и продуктивности древостоев»</b>		
3.	Тема 3. «Модели хода роста, строения и продуктивности древостоев»	Методы исследования хода роста совокупности древостоев. Прогнозирование текущего прироста конкретных древостоев, ход роста древостоев под воздействием рубок ухода (УК-1.1; ОПК-1.1-ОПК-1.4; ОПК-3.1; ОПК-3.2).
<b>Раздел 4. «Методы оптимизации при воспроизводстве лесов»</b>		
4.	Тема 4. «Методы оптимизации при воспроизводстве лесов»	Выбор ассортимента древесных пород для лесокультурного производства. Оптимизация режима выборочных рубок в молодняках и средневозрастных древостоях (УК-1.1; ОПК-1.1-ОПК-1.4; ОПК-3.1; ОПК-3.2).
<b>Раздел 5. «Информационно-справочные системы комплексной оценки лесных ресурсов»</b>		
5.	Тема 5. «Информационно-справочные системы»	Графическая интерпретация закономерностей роста, строения, товарной, биологической продуктивности, товарно-денежного и энергетического потенциала

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	комплексной оценки лесных ресурсов»	древостоев (УК-1.1; ОПК-1.1-ОПК-1.4; ОПК-3.1; ОПК-3.2).

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Кол-во часов
1.	Статистические методы анализа опытных данных	ПЗ	Мини-конференция	4
2.	Многомерные методы классификации объектов	ПЗ	Мини-конференция	6
3	«Модели хода роста, строения и продуктивности древостоев»	ПЗ	Мини-конференция	2
Всего:				12

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

#### Раздел 1. «Статистические методы анализа опытных данных»

**Практическая работа № 1.** Статистическая оценка первичных данных. Критериальная оценка совокупностей. Статистическое сравнение выборочных средних по  $t$  и  $F$ -критериям. Оценка различий между средними по вариантам по наименьшей существенной разности (НСР).

Цель работы: Научить студентов основам статистической обработки данных, оценке их достоверности для статистического моделирования и выявления закономерностей роста, строения и продуктивности древостоев.

Исходные данные: Данные таксационного описания выделов и данные пробных площадей выдаются преподавателем.

Ход работы: По программе «Описательная статистика» вычисляются статистические показатели выборочной совокупности, оценивается достоверность результатов анализа.

**Практическая работа № 2.** Статистический анализ данных. Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализы.

Цель работы: Научить студентов статистической обработке данных по основным видам статистического анализа и критериальной оценке результатов.

Исходные данные: данные для анализа выдаются преподавателем при выполнении первой контрольной работы.

Ход работы: Формулируется постановка задачи для каждого вида анализа отдельно. По программам оболочки MS Excel согласно методическим



указаниям В.К. Хлюстова (2010) осуществляется расчёт статистических критериев для доказательства нулевой гипотезы.

## **Раздел 2. «Многомерные методы классификации объектов»**

**Практическая работа № 3.** Графическая интерпретация выделения собственных значений факторов, нагрузок на факторные оси, оценка переменных по показателям общности и специфичности, компоновка переменных по главным компонентам (факторам), придание им семантического смысла.

Цель работы: Ознакомить студентов с основными элементами факторного, кластерного и дискриминантного анализов при решении классификационной задачи.

Исходные данные: Многомерная характеристика таксонов выдаётся преподавателем.

Ход работы: Формулируется постановка задачи и поэтапно факторным анализом путём вращения системы координат и факторным нагрузками выделяются главные компоненты (факторы), дается их семантический смысл.

**Практическая работа № 4.** Графическая интерпретация дендрограмм кластеризации по стратегиям разделения и объединения объектов классификации. Статистическая оценка различий между группами (классами) объектов по критерию суммарного межкластерного расстояния Махаланобиса.

Цель работы: Научить студентов пользоваться основами кластерного анализа при решении классификационной задачи.

Исходные данные: Многомерная характеристика таксонов выдаётся преподавателем. Результаты факторного анализа из Практической работы №4.

Ход работы: Кластерным анализом по объединяющей и разделяющей стратегии выявляются кластеры. Дискриминантным анализом, критериально, по суммарному межкластерному и внутрикластерному расстоянию Махаланобиса доказываемость достоверности классификации объектов.

**Практическая работа № 5.** Определение вероятности принадлежности объектов к классам. Компьютерное решение классификационных задач последовательным применением факторного, кластерного и дискриминантного анализов.

Цель работы: научить пользоваться статистическими критериями при решении классификационной задачи.

Исходные данные: Многомерная характеристика таксонов выдаются преподавателем. Используются результаты Практической работы №4.

Ход работы: Дискриминантным анализом, критериально, по суммарному межкластерному и внутрикластерному расстоянию Махаланобиса доказываемость достоверности проведенной классификации объектов.

## **Раздел 3. «Модели хода роста, строения и продуктивности древостоев»**

**Практическая работа № 6.** Формирование системного комплекса моделей хода роста и продуктивности совокупности нормальных (сомкнутых) насаждений.

Цель работы: Научить студентов формировать структуру моделей хода роста древостоев по типам лесорастительных условий и типов леса.

Исходные данные: Данные таксационного описания выделов и данные пробных площадей выдаются преподавателем.

Ход работы: Строятся регрессионные уравнения по средней высоте, среднему диаметру, запасу и числу деревьев.

**Практическая работа № 7.** Построение моделей хода роста, строения и продуктивности древостоев по типам леса и типам лесорастительных условий.

Цель работы: Научить студентов связывать ход роста древостоев с распределением числа деревьев по толщине деревьев.

Исходные данные: Регрессионные уравнения хода роста по среднему диаметру, модели строения древостоев по классам толщины.

Ход работы: Получают кривые хода роста по средним морфометрическим показателям, распределению числу деревьев, суммы площадей сечения, запасу по классам толщины деревьев.

#### **Раздел 4. «Методы оптимизации при воспроизводстве лесов»**

**Практическая работа № 8.** Решение задач по оптимизации породного состава лесных культур по типам лесорастительных условий.

Цель работы: Научить студентов методам решения оптимизационных задач при решении проблем лесовосстановления по типам лесорастительных условий.

Исходные данные: Таблицы данных по видам ресурсов и ограничениям, по выносу элементов почвенного питания на образование 1 куб. м древесины.

Ход работы: Пример решения типовой задачи оптимального распределения ресурсов. Построение оптимизационной матрицы, выбор предельных значений ресурсов и целевой функции.

**Практическая работа № 9.** Решение задачи по оптимизации промежуточного и главного пользования лесом.

Цель работы: Научить студентов использовать нормативы хода роста для оптимизации режима интенсивности и сроков повторяемости рубок промежуточного пользования.

Исходные данные: используются результаты из практической работы №6, необходимые лесотаксационные нормативы предоставляются преподавателем.

Ход работы: Строятся линии регрессии хода роста древостоев по запасу и осуществляется расчёт восстановления запаса по данным текущего прироста до величины не превышающей полноты древостоя до проведения разреживания.

**Раздел 5. «Информационно-справочные системы комплексной оценки лесных ресурсов»**

**Практическая работа № 10.** Практическое использование информационно-справочных систем лесотаксационных нормативов в лесной отрасли.

Цель работы: Научить студентов пользоваться информационно-справочными системами лесотаксационных нормативов хода роста древостоев, текущей актуализации таксационных показателей, режима интенсивности и сроков повторяемости рубок.

Исходные данные: Информационно-справочные системы лесотаксационных нормативов выдаются преподавателем.

Ход работы: Для практического использования ИСС нормативов хода роста задаются классы высот, полнота, начальный возраст и возраст актуализации таксационных показателей. Строятся графики высот, кривые распределения числа деревьев, суммы площадей сечения, запаса, категорий крупности древесины, дров и отходов по классам толщины. Для практического использования ИСС нормативов текущей актуализации задаются возраст древостоя, тип лесорастительных условий, состав древесных пород, бонитет.

На выходе получают по породам средние высоты, средние диаметры, графики высот, распределения числа деревьев, суммы площадей сечения, запасов, запаса деловой древесины, выход крупной, средней мелкой древесины, дров и отходов, биомассы стволов, коры стволов, ветвей, хвои (листвы), углерода указанных фракций фитомассы по классам толщины деревьев.

## **6.2. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)**

1. Требования, предъявляемые к факторам при планировании полевого опыта.
2. Содержание информационно-справочных систем лесотаксационных нормативов хода роста, строения и продуктивности древостоев.
3. Содержание информационно-справочных систем нормативов текущей актуализации роста, строения, товарной, биологической продуктивности древостоев
4. Комплексная оценка лесных ресурсов: методы и нормативы.
5. Оценка товарно-денежного потенциала древостоев.
6. Оценка экобиоэнергетического потенциала насаждений: методы и нормативы.
7. Простой случайный, групповой, многоступенчатый и последовательный отборы
8. Сущность метода дисперсионного анализа.
9. Условия образования и виды статистических комплексов.
10. Оценка различий между вариантами по наименьшей существенной разности (НСР)
11. Сущность и метод корреляционного анализа.
12. Коэффициент корреляции и корреляционное отношение. Критерий линейности корреляции.

13. Сущность и метод регрессионного анализа. Парная и множественная регрессия.
14. Оценка достоверности и показатели, характеризующие точность уравнений регрессии.
15. Обоснование вида уравнений связи.
16. Метод функциональной линеаризации.
17. Сравнение линий регрессии на совпадение.
18. Сущность и метод факторного анализа.
19. Вращение системы координат (варимакс, кваримакс), выделение главных компонент, распределение нагрузок на факторные оси, общность и специфичность переменных.
20. Семантический смысл скомпонованных переменных в главные компоненты.
21. Сущность и метод кластерного анализа.
22. Стратегии кластеризации (ближайшего соседа, дальнего соседа, гибкая, Уорда).
23. Построение дендрограмм по объединяющей стратегии и размещения кластеров на плоскости по методу динамических сгущений.
24. Сущность и метод дискриминантного анализа.
25. Понятие о центроиде, внутрикластерном и межкластерном расстоянии Махаланобиса.
26. Статистические критерии при решении классификационных задач.
27. Суммарное межкластерное расстояние Махаланобиса, внутрикластерное расстояние Махаланобиса.
28. Скользящие средние, авторегрессия, спектральный анализ, Фурье – модели прогноза.
29. Статистическая значимость критериев и заключение о проведённой классификации.
30. Основы системного анализа: основные понятия и принципы, критерии.
31. Особенности лесной экологической системы. Открытые и закрытые экологические системы.
32. Понятие оптимизационной модели. Структура оптимизационной модели (целевая функция, система ограничений).
33. Постановка и решение задачи по оптимизации режима промежуточного и главного пользования лесом.
34. Ход роста древостоев – как статичная модель изменения таксационных показателей совокупности древостоев при максимальной сомкнутости (теория нормального насаждения)
35. Экологические модели возрастной динамики таксационных показателей древостоев.
36. Статистические модели прогнозирования текущего прироста таксационных показателей конкретных древостоев.
37. Роль текущего прироста по запасу в моделях оптимизации режима разреживаний древостоя.

38. Роль текущего прироста в оптимизации породного состава лесов будущего.

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

Таблица 7

**Критерии оценивания результатов обучения**

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Хлюстов В.К. Математическое моделирование лесных экосистем: учебное пособие / В.К. Хлюстов, Г. Н. Светлова - Москва: Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, - Электрон. текстовые дан. — Москва: Росинформагротех, 2017 — 190 с.

<http://elib.timacad.ru/dl/local/umo97.pdf/download/umo97.pdf>

2. Хлюстов В.К. Комплексная оценка и управление древесными ресурсами: модели – нормативы – технологии / В.К. Хлюстов. Книга I / В.К. Хлюстов. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. – 388 с.

3. Хлюстов В.К. Комплексная оценка и управление древесными ресурсами: модели – нормативы – технологии / В.К. Хлюстов. Книга II / В.К. Хлюстов. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. – 448 с.

## **7.2 Дополнительная литература**

1. Хлюстов В.К., Устинов М.М., Хлюстов Д.В. Многомерные закономерности текущей актуализации таксационных показателей древостоев. Лесотаксационный справочник: учебное пособие – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2013 – 141 с.
2. Хлюстов В.К. Комплексное ресурсно-экологическое районирование лесов Брянской области: монография / В. К. Хлюстов, М. В. Устинов – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013 – 202 с.
3. Хлюстов В.К. Выполнение курсовой работы по учебной дисциплине «Системный анализ и моделирование экосистем»: методическое пособие / В.К. Хлюстов. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2010. – 176 с.

## **7.3. Нормативные правовые акты**

1. Федеральный закон «Об единстве измерений» №102-ФЗ.
2. Приказ «О создании технического комитета по стандартизации «Технологии автоматической идентификации и сбора данных, и биометрия» 17.12.2009 № 4589.

## **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

1. Хлюстов В.К. Ход роста и товарная продуктивность сосновых древостоев центрального лесотаксационного района Российской Федерации. Лесотаксационный справочник. / В.К. Хлюстов, М.М. Устинов – М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2013. – 94 с.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://www.lesprominform.ru> (открытый доступ)
2. <http://rosleshoz.gov.ru> (открытый доступ)

## **9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

1. <http://www.consultant.ru> Справочная система «КонсультантПлюс».
2. <http://m.garant.ru> Справочная правовая система «Гарант».



Таблица 9

**Перечень программного обеспечения**

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 1. «Статистические методы анализа опытных данных»	Microsoft Office Power Point	обучающая	Microsoft	2013
2.	Раздел 2. «Многомерные методы классификации объектов»	Microsoft Office Power Point	обучающая	Microsoft	2013
3.	Раздел 3. «Модели хода роста, строения и продуктивности древостоев»	Microsoft Office Power Point	обучающая	Microsoft	2013
4.	Раздел 4. «Методы оптимизации при воспроизводстве лесов»	Microsoft Office Power Point	обучающая	Microsoft	2013
5.	Раздел 5. «Информационно-справочные системы комплексной оценки лесных ресурсов»	Microsoft Office Power Point	обучающая	Microsoft	2013

**10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 10

**Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Учебный корпус №13, аудитория №1. Учебная аудитория для проведения: - лекций, - курсового проектирования, - групповых и индивидуальных консультаций, - текущего контроля и промежуточной аттестации, - самостоятельной работы.	1. Парты двухместные – 25 шт. (инв.№ 628255); 2. Стулья – 50 шт. (инв.№ 628254); 3. Системный блок компьютера – 1 шт. (инв.№ 559283); 4. Монитор компьютера – 1 шт. (инв.№ 559286); 5. Мультимедийный проектор EIKI LC-XL100 – 1 шт.; 6. Экран для проектора – 1 шт.; 7. Доска меловая – 1 шт.;
УНКЦ «Лесная опытная дача», дом 23, аудитория №1. Учебная аудитория для проведения: - практических занятий, - курсового проектирования, - групповых и индивидуальных консультаций, - текущего контроля и промежуточной аттестации, - самостоятельной работы, - научно-исследовательской работы студентов.	1. Столы двухместные – 8 шт.; 2. Стулья – 16 шт.; 3. Доска меловая – 1 шт.; 4. Высотомер Suuto – 1 шт. (инв.№ 558239); 5. Рулетка мерная – 1 шт. (инв.№ 558244); 6. Буссоль – 1 шт. (инв.№ 558235); 7. Кубатурная таблица – 1 шт. (инв.№ 558248); 8. Бурав Hagiof 400 – 1 шт. (инв.№ 558234); 9. Молоток для определения прироста – 1 шт. (инв.№ 558245); 10. Скоба мерная – 1 шт. (инв.№ 558250); 11. Счетчик штук – 1 шт. (инв.№ 558251);

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
	12. Вилка мерная алюминиевая – 1 шт. (инв.№ 558242); 13. Полнотомер электронный – 1 шт. (инв.№ 558249); 14. Высотомер электронный – 1 шт. (инв.№ 558238); 15. Компьютерная мерная вилка – 1 шт. (инв.№ 558240);
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, 132;133;144 Читальные залы библиотеки	-
Общежития № 3;7 Комнаты для самоподготовки	-

Для проведения лекций по дисциплине «Математическое моделирование лесных экосистем» необходима специализированная лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием и соответствующим демонстрационным сопровождением. Для проведения практических занятий по дисциплине «Математическое моделирование лесных экосистем» необходима стандартно оборудованная аудитория. Для получения данных на кафедре имеется в наличии необходимое оборудование, приведенное в таблице 10.

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Учебный процесс по изучению дисциплины «Математическое моделирование лесных экосистем» представляет собой лекционные и практические занятия. На лекционных занятиях излагаются вопросы основных разделов. На практических занятиях проводится контроль знаний в виде выполнения и защиты практических работ по изученным темам с использованием конспектов лекций.

Самостоятельная работа студентов должна обеспечить выработку навыков самостоятельного творческого подхода к решению научно-исследовательских и инженерных задач, дополнительную проработку основных положений дисциплины, приобретение навыков работы с научно-технической литературой. Знания и навыки, полученные при изучении данного курса широко применяются обучающимися при изучении большинства специальных дисциплин.

### 11.1. Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекцию, обязан предоставить конспект пропущенной лекции и защитить конспект. Студент, пропустивший практическое занятие, обязан выполнить и защитить практическую работу.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

В рабочей программе предусматривается рассмотрение основного материала, который определяется магистерской программой «Лесоустройство и управление лесными ресурсами» по направлению подготовки 35.04.01 «Лесное дело». На лекциях по учебной дисциплине «Математическое моделирование лесных экосистем» рассматриваются только те вопросы, которые не выносятся на самостоятельное изучение. Часть времени лекционных занятий выделяется на то, чтобы сориентировать магистров на изучение научной литературы и других элементов учебно-методического комплекса, предоставляемых в их распоряжение для освоения вопросов, выносимых на самоподготовку по рассматриваемой теме.

При преподавании дисциплины необходимо ориентироваться на современные образовательные и информационные технологии. Необходимо контролировать усвояемость знаний студентами путем защиты практических работ. Контрольные вопросы выдаются студентам по разделам, темам непосредственно перед их изучением, что позволяет сориентировать студента в учебном материале. Контрольные вопросы итогового контроля (экзамена) выдаются студентам за месяц до сдачи экзамена.

### **Программу разработал:**

Хлюстов В.К., д.с.-х.н., профессор

---

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины**  
**«Математическое моделирование лесных экосистем»**  
**ОПОП ВО по направлению 35.04.01 – «Лесное дело», направленность**  
**«Лесоустройство и управление лесными ресурсами»**  
**(квалификация выпускника – магистр)**

Васенёвым Иваном Ивановичем, доктором биологических наук, профессором, заведующим кафедрой экологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Математическое моделирование лесных экосистем» ОПОП ВО по направлению 35.04.01 – «Лесное дело», направленность «Лесоустройство и управление лесными ресурсами» (магистратура) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре землеустройства и лесоводства (разработчик – Хлюстов Виталий Константинович, профессор кафедры сельскохозяйственных мелиораций, лесоводства и землеустройства, доктор сельскохозяйственных наук).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование лесных экосистем» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 35.04.01 – «Лесное дело». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к базовой части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 35.04.01 – «Лесное дело».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Математическое моделирование лесных экосистем» закреплено **7 компетенций**. Дисциплина «Математическое моделирование лесных экосистем» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Математическое моделирование лесных экосистем» составляет 4 зачётных единицы (144 часа).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Математическое моделирование лесных экосистем» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.04.01 – «Лесное дело» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Математическое моделирование лесных экосистем» предполагает 12 часов занятий в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 35.04.01 – «Лесное дело».

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления, участие в дискуссиях), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины базовой части учебного цикла – Б1 ФГОС направления 35.04.01 – «Лесное дело».

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 2 наименования, методические указания – 1 источник, Интернет-ресурсы – 2 источника и соответствует требованиям ФГОС направления 35.04.01 – «Лесное дело».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Математическое моделирование лесных экосистем» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Математическое моделирование лесных экосистем».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Математическое моделирование лесных экосистем» ОПОП ВО по направлению 35.04.01 – «Лесное дело», направленность «Лесоустройство и управление лесными ресурсами» (квалификация выпускника – магистр), разработанной профессором кафедры землеустройства и лесоводства Хлюстовым В.К. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Васенёв И.И., доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой экологии ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева»

\_\_\_\_\_ «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.  
(подпись)

Подпись Васенёва Ивана Ивановича заверяю