

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шитикова Александра Васильевна



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Должность: И.о. директора института агробиотехнологии

Дата подписания: 10.04.2024 14:51:45

Уникальный программный ключ:

fcd01ecb1fdf76898cc510713d12c3f716ce658

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

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

Институт агробиотехнологии

Кафедра биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института  
зоотехнии и биологии

Акчурин С.В.

“30” августа 2024 г.



УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института  
агробиотехнологии

Шитикова А.В.

“30” августа 2024 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.ДВ.04.08 «ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В БИОЛОГИИ»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО 3++

Направления: 05.03.04 Гидрометеорология

06.03.01 Биология

19.03.01 Биотехнология

35.03.03 Агрономия и агропочвоведение

35.03.04 Агрономия

Курс 2

Семестр 3

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2024

Москва, 2024

Разработчики: Чередниченко М.Ю., канд. биол. наук, доцент Чередниченко М.Ю.  
Хлебникова Д.А., канд. биол. наук, доцент Хлебникова Д.А. «30» 08 2024 г.

Рецензент: Тараканов И.Г., д-р биол. наук, профессор Тараканов И.Г.  
«30» 08 2024 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ПООП., профессиональных стандартов и учебных планов по направлениям подготовки 05.03.04 Гидрометеорология, 06.03.01 Биология, 19.03.01 Биотехнология, 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, 35.03.04 Агрономия.

Программа обсуждена на заседании кафедры биотехнологии, протокол № 1 от  
«30» 08 2024 г.

И.о. зав. кафедрой Вертикова Е.А., д-р с.-х. наук, профессор Вертикова Е.А.  
«30» 08 2024 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института агробиотехнологии  
Шитикова А.В., д.с.-х.н., профессор

Шитиков А.В.  
(подпись)

«30» 08 2024 г.

Председатель учебно-методической комиссии института зоотехнии и биологии  
Маннапов А.Г., д.б.н., профессор

Маннапов А.Г.  
(подпись)

«30» 08 2024 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ Михайлова Н.А.  
(подпись)

(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>6</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....</b>	<b>6</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	<b>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>11</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	11
ПО СЕМЕСТРАМ.....	11
4.2 Содержание дисциплины .....	11
4.3 Лекции/практические занятия.....	13
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....</b>	<b>14</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>15</b>
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	15
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	17
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>18</b>
7.1 Основная литература .....	18
7.2 Дополнительная литература.....	18
7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	19
7.4 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы.....	19
<b>8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>19</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	21
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>21</b>

## АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.ДВ.04.08 «Основы моделирования в биологии» для подготовки бакалавров по направлениям 35.03.04 – Агрономия, направленность: «Агробизнес», «Генетика растений», «Защита растений», «Селекция сельскохозяйственных культур», «Точное земледелие»; 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение, направленность «Геоинформационное обеспечение почвенно-земельных ресурсов», «Агрохимическое обеспечение агротехнологий»; 19.03.01 – Биотехнология, направленность «Биотехнология и молекулярная биология», «Биокибернетика и системная биология», «Агропромышленная биотехнология»; 06.03.01 – Биология, направленность «Генетика животных», «Зоология», «Управление водными биологическими ресурсами»; 05.03.04 Гидрометеорология, направленность «Климатическая безопасность».

**Цель освоения дисциплины:** формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области моделирования в биологии и экологии, включая основные понятия, классификации моделей, принципы моделирования, их возможности и ограничения; поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач; управления своим временем, выстраивания и реализации траектории саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

**Место дисциплины в учебном плане.** Дисциплина «Основы моделирования в биологии» включена в цикл дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений, Учебного плана по направлениям 35.03.04 – Агрономия, направленность: «Агробизнес», «Генетика растений», «Защита растений», «Селекция сельскохозяйственных культур», «Точное земледелие»; 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение, направленность «Геоинформационное обеспечение почвенно-земельных ресурсов», «Агрохимическое обеспечение агротехнологий»; 19.03.01 – Биотехнология, направленность «Биотехнология и молекулярная биология», «Биокибернетика и системная биология», «Агропромышленная биотехнология»; 06.03.01 – Биология, направленность «Генетика животных», «Зоология», «Управление водными биологическими ресурсами»; 05.03.04 Гидрометеорология, направленность «Климатическая безопасность».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1, УК-6.

**Краткое содержание дисциплины:** Дисциплина «Основы моделирования в биологии» призвана обучить студента принципам моделирования в биологии и экологии, включая основные понятия, классификации моделей, принципы моделирования, их возможности и ограничения. Материал иллюстрирован примерами применения моделирования и задачами (большинство со схемами решения) из биотехнологии, экологии, генетики, физиологии растений, медицины, демографии и др. Особенностью дисциплины является последовательное изучение принципов современного моделирования: основным понятиям, классификации моделей и методов моделирования, их возможностям и ограничениям. Дисциплина является научной и комплексной, требующей знаний основ высшей математики, математической статистики, информатики.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы моделирования в биологии», являются «Методы обработки экспериментальных данных», «Основы научной деятельности», «Системы искусственного интеллекта». Дисциплина «Основы моделирования в биологии» является основополагающей для изучения дисциплины «Основы биоинформатики», «Протеомика и метаболомика», «Молекулярная биология».

**Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка:** 72 часа (2 зач.ед.) / 0

**Промежуточный контроль:** зачет.

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Основы моделирования в биологии» является формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области моделирования в биологии и экологии, включая основные понятия, классификации моделей, принципы моделирования, их возможности и ограничения; поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач; управления своим временем, выстраивания и реализации траектории саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.

Цель дисциплины соотнесена с общими целями основной профессиональной образовательной программы (ОПОП ВО) по направлениям 35.03.04 – «Агрономия», 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 – «Биотехнология», 06.03.01 – «Биология», 05.03.04 – «Гидрометеорология», в рамках которых изучается дисциплина.

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

Дисциплина «Основы моделирования в биологии» включена в цикл дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений, Учебного плана. Реализация в дисциплине «Основы моделирования в биологии» требований ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлениям подготовки 35.03.04 – Агрономия, направленность: «Агробизнес», «Генетика растений», «Защита растений», «Селекция сельскохозяйственных культур», «Точное земледелие»; 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение, направленность «Геоинформационное обеспечение почвенно-земельных ресурсов», «Агрохимическое обеспечение агротехнологий»; 19.03.01 – Биотехнология, направленность «Биотехнология и молекулярная биология», «Биокибернетика и системная биология», «Агропромышленная биотехнология»; 06.03.01 – Биология, направленность «Генетика животных», «Зоология», «Управление водными биологическими ресурсами»; 05.03.04 Гидрометеорология, направленность «Климатическая безопасность», позволит решать профессиональные задачи, иметь помимо профессиональной и мировоззренческую направленность; охватывать теоретическую, познавательную деятельность и практические компоненты подготавливаемого специалиста.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы моделирования в биологии», являются «Методы обработки экспериментальных данных», «Основы научной деятельности», «Системы искусственного интеллекта».

Дисциплина «Основы моделирования в биологии» является основополагающей для изучения дисциплины «Основы биоинформатики», «Протеомика и метаболомика», «Молекулярная биология».

Рабочая программа дисциплины «Основы моделирования в биологии» 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	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компе- тенций <b>(для 3++)</b>	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляя декомпозицию задачи	принципы анализа задачи и ее декомпозиции	анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществлять декомпозицию задачи	навыками анализа задачи, выделения ее базовых составляющих, декомпозиции задачи
2.			УК-1.2 Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи	информацию, необходимую для решения поставленной задачи	находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи	навыками поиска и критического анализа информации, необходимой для решения поставленной задачи
3.			УК-1.3 Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки	варианты решения задачи, их достоинства и недостатки	рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки	навыками оценки достоинств и недостатков возможных вариантов решений
4.			УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности	принципы формирования суждений и оценок	грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки	навыками отличать факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности

			деятельности			
5.			УК-1.5 Определяет и оценивает последствия возможных решений задачи	последствия возможных решений задачи	определять и оценивать последствия возможных решений задачи	навыками определения и оценки последствий возможных решений задачи
6.	УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1 Применяет знание о своих ресурсах и их пределах (личностных, ситуативных, временных и т.д.), для успешного выполнения порученной работы	о своих ресурсах и их пределах (личностных, ситуативных, временных и т.д.)	применять знания о своих ресурсах и их пределах для успешного выполнения порученной работы	навыками успешного выполнения порученной работы
7.			УК-6.2 Понимает важность планирования перспективных целей собственной деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда	важность планирования перспективных целей собственной деятельности	планировать перспективные цели собственной деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда	навыками учета условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда
8.			УК-6.3 Реализует намеченные цели деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей,	цели своей деятельности	реализовывать намеченные цели деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста	навыками учета условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития де-

		этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда		ста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда	ятельности и требований рынка труда
9.		УК-6.4 Критически оценивает эффективность использования времени и других ресурсов при решения поставленных задач, а также относительно полученного результата	принципы использования времени и других ресурсов при решения поставленных задач	критически оценивать эффективность использования времени и других ресурсов при решения поставленных задач, а также относительно полученного результата	навыками критической оценки эффективность использования времени и других ресурсов
10.		УК-6.5 Демонстрирует интерес к учебе и использует предоставляемые возможности для приобретения новых знаний и навыков	возможности для приобретения новых знаний и навыков	демонстрировать интерес к учебе и использовать предоставляемые возможности для приобретения новых знаний и навыков	способами приобретения новых знаний и навыков

## 4. Структура и содержание дисциплины

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2  
Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	час. всего/*	в т.ч. по семестрам	№ 3
<b>Общая трудоемкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>72/0</b>	<b>72/0</b>	
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>32,25</b>	<b>32,25</b>	
<b>Аудиторная работа</b>	<b>32,25</b>	<b>32,25</b>	
<i>в том числе:</i>			
лекции (Л)	16	16	
практические занятия (ПЗ)	16/0	16/0	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	0,25	
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>39,75</b>	<b>39,75</b>	
<i>в том числе:</i>			
самоподготовка к текущему контролю знаний (самостоятельное изучение разделов, проработка и повторение лекционного материала и материала учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)	30,75	30,75	
Подготовка к зачету (контроль)	9	9	
<b>Вид контроля:</b>			зачет

\* практическая подготовка

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С всего/*	ПКР	
Тема 1 Модели и моделирование	11	4	2	-	5
Тема 2. Модели динамики биологических систем	11	4	2	-	5
Тема 3. Вероятностные модели	11	2	4	-	5
Тема 4. Исследование операций на основе оптимизационных моделей	11,75	2	4	-	5,75
Тема 5. Имитационное моделирование	9	2	2	-	5
Тема 6. Применение непараметрических статистических моделей и методов на примере многолетних культур	9	2	2	-	5
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	-	-	0,25	-

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С всего/*	ПКР	
подготовка к зачету (контроль)	9	-	-	-	9
<b>Всего за 3 семестр</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>0,25</b>	<b>39,75</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>0,25</b>	<b>39,75</b>

\* практическая подготовка

## Тема 1 Модели и моделирование

Задачи моделирования. Классификация моделей. Значение моделирования

## Тема 2. Модели динамики биологических систем

Прогрессия размножения. Моделирование численности взаимодействующих популяций. Модель баланса вещества и энергии. Биологический метод борьбы с нежелательным видом. Модель эпидемии. Модели динамики возрастных групп.

## Тема 3. Вероятностные модели

Сумма и произведение событий. Формула полной вероятности. Теория мишени. Ряд Пуассона. Редкие болезни, редкие признаки. Приложения в экологии.

## Тема 4. Исследование операций на основе оптимизационных моделей

Линейное программирование. Выбор курса лечения. Рациональное размещение. Определение плана перевозок (транспортная задача). Нелинейное программирование. Динамическое программирование. Оптимизация пути. Задача о распределении ресурсов. Задача о загрузке машины. Многокритериальные задачи. Проблема оптимизации в условиях неопределенности. Теория игр. Игры с природой. Заключение: об исследовании операций вообще и в условиях неопределенности в частности.

## Тема 5. Имитационное моделирование

Модели агробиоценоза. Модель сои.

## Тема 6. Применение непараметрических статистических моделей и методов на примере многолетних культур

Особенности многолетних культур как объектов моделирования. Шкалы измерений признаков. Унификация шкал признаков. Параметрические и непараметрические методы статистики. Алгоритмы и примеры вычисления непараметрических критериев. Номинальная шкала. Ранговая шкала. Критерий множественных сравнений Уилкоксона. Метод максимального корреляционного пути.

### 4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
1.	Тема 1 Модели и моделирование	Лекция № 1 «Модели и моделирование»	УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5	-	4
2.		Практическое занятие № 1 «Значение моделирования»	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5	опрос по теме занятия	2
3.	Тема 2. Модели динамики биологических систем	Лекция № 2 «Модели динамики биологических систем»	УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5	-	4
4.		Практическое занятие № 2 «Прикладное значение моделей динамики»	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5	опрос по теме занятия	2
5.	Тема 3. Вероятностные модели	Лекция № 3 «Вероятностные модели»	УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5	-	2
6.		Практическое занятие № 3 «Приложение в селекции, медицине, экологии»	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5	опрос по теме занятия	4
7.	Тема 4. Исследование операций на основе оптимационных моделей	Лекция № 4 «Исследование операций на основе оптимационных моделей»	УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5	-	2
8.		Практическое занятие № 4 «Линейное, нелинейное и динамическое программирование»	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5	опрос по теме занятия	4
9.	Тема 5. Имитационное моделирование	Лекция № 5 «Имитационное моделирование»	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5	-	2
10.		Практическое занятие № 5 «Создание блок-схем»	УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5	опрос по теме занятия	2
11.	Тема 6. Применение непараметрических статистических	Лекция № 6 «Применение непараметрических ста-	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5	-	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практическая подготовка
	ских моделей и методов на примере многолетних культур	тистических моделей и методов на примере многолетних культур»			
12.		Практическое занятие № 6 «Шкалы измерений признаков»	УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5	опрос по теме занятия	2

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1	Тема 1 Модели и моделирование	Значение моделирования (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5)
2	Тема 2. Модели динамики биологических систем	Модель эпидемии. Модели динамики возрастных групп. (УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5)
3	Тема 3. Вероятностные модели	Приложения в экологии. (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5)
4	Тема 4. Исследование операций на основе оптимизационных моделей	Теория игр. Игры с природой. (УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5)
5	Тема 5. Имитационное моделирование	Модель сои. (УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5)
6	Тема 6. Применение непараметрических статистических моделей и методов на примере многолетних культур	Шкалы измерений признаков. (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5)

**5. Образовательные технологии**

Таблица 6

**Применение активных и интерактивных образовательных технологий**

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Вероятностные модели	Л	Анализ конкретных ситуаций
2.	Приложение в селекции, медицине, экологии	ПЗ	Тематическая дискуссия
3.	Создание блок-схем	ПЗ	Анализ конкретных ситуаций
4.	Шкалы измерений признаков	ПЗ	Мозговой штурм

## **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**

6.1.1. Примерный перечень вопросов к опросу на практических занятиях

#### *Практическое занятие № 1 «Значение моделирования»*

1. Что такое моделирование, общее определение модели, для чего их используют?
2. Приведите классификацию моделей и определения математической модели.
3. В чем разница понятий робастности и адекватности модели?
4. Что такое идентификация, настройка и верификация модели? Как они проводятся?
5. Чем отличаются дискриптивные и оптимизационные модели?

#### *Практическое занятие № 2 «Прикладное значение моделей динамики»*

1. Приведите уравнение (модель) для описания прогрессии размножения, когда нет никаких ограничений на N. Как изменится эта модель, если ввести ограничение – предельную численность популяции K<sub>max</sub>?
2. Поясните понятие популяционных волн и их классификацию, от чего зависит форма волн численности?
3. Из каких частей состоят уравнения-модели для описания изменений численности популяций хищника и жертвы в их ограниченном ареале совместного обитания?
4. В чем состоит общая гипотеза, объясняющая причину остановки роста дерева, и какие упрощающие предположения используются для построения модели роста?
5. Какова генетическая основа биологического метода борьбы с нежелательным видом? Составьте модель для описания изменений численностей нормальных и стерильных самцов.
6. Приведите модель естественного хода эпидемии при  $x(0) = 1$ . Как изменится эта модель, если в момент времени t болен не один человек, а несколько, и через небольшой промежуток времени больные выздоравливают и приобретают иммунитет?
7. В чём сложность построения модели для определения биомассы определённых возрастных групп?
8. Сформулируйте демографическую задачу, которая может быть решена с использованием дискретной «шаговой» модели динамики возрастной структуры популяции от времени.

#### *Практическое занятие № 3 «Приложение в селекции, медицине, экологии»*

1. Чем отличаются стохастические модели от детерминистических? Пояснить на примерах.

2. Определить соотношение долей генотипов Аа и аа в популяции F3, полученной после самоопыления популяции F2 пшеницы со структурой 0,25АА; 0,5Аа; 0,25аа.

3. Приведите примеры генетических, микробиологических, экологических и медицинских экспериментов, при анализе которых может быть применена теория мишени.

4. Для каких целей в экологии можно использовать ряд Пуассона? Пояснить на примерах.

*Практическое занятие № 4 «Линейное, нелинейное и динамическое программирование»*

1. Понятие исследования операций, привести примеры задач, перечислить модели и методы, предназначенные для выбора оптимальных решений.

2. Пояснить особенности моделей и привести числовые примеры постановки задач линейного и нелинейного программирования.

3. Пояснить на примерах особенности оптимизационных задач, решаемых методом динамического программирования.

4. Сформулировать задачу динамического программирования на основе модели, описывающей динамику возрастных групп (раздел 2.6).

5. Каковы сложности решения многокритериальных задач? Привести примеры постановки и методы решения.

6. Пояснить проблему решения оптимизационных задач с учетом влияния неопределенностей различного типа. На примерах пояснить подходы к выбору критериев оптимизации.

7. Привести примеры задач, пояснить смысл критериев и оптимальных стратегий в теории игр.

*Практическое занятие № 5 «Создание блок-схем»*

1. В чем состоит суть метода имитационного моделирования?

2. Описать области применения и отличия аналитического и имитационного моделирования.

3. Привести этапы построения любой математической модели сложной системы.

4. В чем недостатки метода имитационного моделирования?

5. Как происходит проверка адекватности построенной модели?

*Практическое занятие № 6 «Шкалы измерений признаков»*

1. Каковы особенности многолетних культур как объектов исследования?

2. Какие типы шкал используются для описания признаков и в чем их особенности?

3. Чем отличаются одномерные математические модели и методы от многомерных?

4. Что называется рангом?

5. В каких случаях используют параметрические методы статистики, и в каких непараметрические?

6. Какие существуют типы статистических ошибок и как они связаны с

понятием мощности критерия?

7. Какие имеются способы унификации признаков?

8. Какие непараметрические критерии используют при работе с номинальной и ранговой шкалами?

6.1.2. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет):

1. Вероятностные и детерминистические модели.
2. Дискриптивные и оптимизационные модели.
3. Задачи, критерии и оптимальные стратегии в теории игр.
4. Использование ряда Пуассона в экологии.
5. Исследование операций. Модели и методы, предназначенные для выбора оптимальных решений.
6. Классификация моделей и определение математической модели.
7. Метод имитационного моделирования.
8. Многокритериальные задачи: постановка и методы решения.
9. Моделирование: общее определение модели, использование.
- 10.Модель для описания биологического метода борьбы с нежелательным видом.
- 11.Настройка модели и ее проведение.
- 12.Области применения и отличия аналитического и имитационного моделирования.
- 13.Особенности моделей и постановка задач линейного и нелинейного программирования.
- 14.Особенности оптимизационных задач, решаемых методом динамического программирования.
- 15.Популяционные волны и их классификация.
- 16.Построение модели для определения биомассы определённых возрастных групп.
- 17.Предположения для построения модели роста дерева.
- 18.Применение теории мишени в генетических, микробиологических, экологических и медицинских экспериментах.
- 19.Проверка адекватности построенной модели.
- 20.Решение оптимизационных задач с учетом влияния неопределенностей различного типа. Выбор критериев оптимизации.
- 21.Робастность и адекватность модели.
- 22.Уравнение – модель для описания изменений численности популяций хищника и жертвы в их ограниченном ареале совместного обитания
- 23.Этапы построения любой математической модели сложной системы.

## **6.2. 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.

**Зачет** – зачтено, не зачтено

## **Критерии оценивания результатов обучения**

Таблица 7

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Зачтено	заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом; в основном сформировал практические навыки.
Не зачтено	заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

### **Критерии оценивания опроса**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если был дан блестящий ответ с незначительными недочётами;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если в целом была проведена серьёзная подготовка, но с рядом замечаний;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответ был неплохой, однако имеются серьёзные недочёты при подготовке ответов на вопрос;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не было ответа на поставленный вопрос.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1 Основная литература**

1. Смиряев, А. В. Моделирование в биологии и сельском хозяйстве : для бакалавров, обучающихся по направлению "Агрономия" / А. В. Смиряев, А. В. Исачкин, Л. К. Панкина ; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2013. - 153 с

2. Гатаулин А.М. Система прикладных статистико-математических методов обработки экспериментальных данных в сельском хозяйстве. Ч. 1 / А. М. Гатаулин. - М. : МСХА, 1992. - 160 с.

3. Гатаулин А.М. Система прикладных статистико-математических методов обработки экспериментальных данных в сельском хозяйстве. Ч. 2 / А. М. Гатаулин. - М. : МСХА, 1992. - 192 с.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Калашникова, Е. А. Основы биотехнологии : учебное пособие / Е. А. Калашникова, М. Ю. Чередниченко, Р. Н. Киракосян. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : КноРус ; Москва : КНОРУС, 2022, 2023. – 227 с.

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

3. Гашев, С.Н. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе Statistica : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 020200 (020400) "Биология" и

специальности 020501 "Биоинженерия и биоинформатика" / С. Н. Га-шев, Ф. Х. Бетляева, М. Ю. Лупинос ; Тюменский Государственный Универ-ситет, Институт биологии (Сыктывкар). - Тюмень : ТГУ, 2014. - 207 с.

4. Математические модели и информационные технологии в сельскохозяйственной биологии: итоги и перспективы : сборник материалов Всероссийской конференции (Санкт-Петербург, 14-15 октября 2010) / отв. исполнитель А. Цивилёв. - Санкт-Петербург : АФИИ, 2010. - 287 с.

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

1. Смиряев, А.В. Моделирование кинетики метаболизма в биотехнологии. Методические указания. - М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2011, - 21 с.

2. Осипов, Д.С. Математическое моделирование биосинтеза продуктов метаболизма. Методика анализа. - М., 2002. – URL: <http://www.studzona.com/referats/view/1542>

3. Моделирование микробной популяции. Лекция. – URL: <http://www.library.biophys.msu.ru/LectMB/lect11.htm>.

### **7.4 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

1. **AGROS** - Пакет программ по моделям и математическим методам в генетике и селекции растений.

2. <http://worlddocuments.org/docs/index-1949.html> - Сайт Уральского государственного университет им. А.М. Горького «Математическое моделирование. Математическая биология и биоинформатика»

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

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
1	2
Учебная лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 37, аудитории № 212, 303-308, 314)	Система очистки воды Hydrurus Ultra Flow, № 410124000603648 Комплект оборудования для очистки и обеззаривания воздуха, № 410124000603649 Стерилизатор паровой форвакуумный СПГА-100-1-НН В, № 210124558132517 Бокс микробиологический безопасности БМБ-II «Ламинар-С» по ТУ 32.50.50-010-51495026-2020 в исполнении: БМБ-II-«Ламинар-С»-1,5, № 210124558132419, № 210124558132418, № 210124558132420, № 210124558132421, № 210124558132422 Климатическая камера «Лаборатория биофотоники»

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
	<p>ки», № 410124000603662, № 410124000603663  Комплект климатических установок (фитотрон), № 210124558132659, № 210124558132660  Комплекс контролируемого фотонного излучения для роста растений (люминесцентный), № 410124000603660  Комплекс контролируемого фотонного излучения для роста растений (светодиодный), № 410124000603659  Шейкер инкубатор DW-SI-D2403, Drawell, № 410124000603704  Шейкер - инкубатор с охлаждением CRYSTE, модель PURICELL_SHAKING X10, № 410124000603688  Спектрофотометр K5500Plus, Drawell № 410124000603673  Лиофильная сушилка, LFD-10A, Laboao, № 410124000603685  Комплект лабораторного оборудования пробоподготовки для биотехнологических исследований, № 410124000603692  Центрифуга лабораторная с охлаждением TGL18C,Nanbei, № 410124000603681  Льдогенератор XB-50, Scientz, № 410124000603690  Амплификатор детектирующий "ДТпрайм" по ТУ 9443- 004-96301278-2010 в модификации 5М6, № 410124000603637, № 410124000603638  Гельдокументирующая система QUANTUM-CX5 Edge - Epi UV PadBox, № 410124000603639  Гомогенизатор лабораторный RCP 24, № 410124000603640  Электропоратор для клеток эукариот, прокариот и растений CRY-3B, Scientz, № 410124000603691  Термостат Binder, № 210134000004208  Интерактивная панель, № 410124000603731  Рабочая станция с предустановленным программным обеспечением, № 210134000018973  Рабочая станция, № 210134000019227-210134000019242</p>
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова. Читальные залы библиотеки.	

Для проведения лекций и практических занятий по дисциплине «Основы моделирования в биологии» необходима специализированная лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием и соответствующим демонстрационным сопровождением.

## **9. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины**

Для успешного усвоения каждой из тем дисциплины «Основы моделирования в биологии» студент должен внимательно прослушать и законспектировать лекцию по конкретной теме, подготовиться к выполнению практической работы, выполнить домашнее задание и в срок сдать его на проверку. Для самоконтроля студентов предназначены контрольные вопросы.

Для конспектирования лекций рекомендуется завести отдельную тетрадь из 96 листов. Конспект каждой лекции следует начинать с названия темы лекции и указания даты ее проведения. Все заголовки разделов лекции следует четко выделять, например, подчеркиванием. Во время лекции следует внимательно следить за ходом мысли лектора и записывать важнейшие определения, разъяснения, формулы, термины. Также нужно стараться воспроизводить в конспекте рисунки и таблицы, которые демонстрирует лектор. При самостоятельной работе студента с конспектом лекций следует осуществлять самопроверку, то есть следить за тем, чтобы освоенным оказался весь материал, изложенный в лекции. Материал, который кажется студенту недостаточно понятным, следует проработать по учебнику и воспользоваться помощью преподавателя на консультациях. Работать с конспектом лекций следует еженедельно, внося в него свои дополнения, замечания и вопросы (для этого в тетради следует оставлять широкие поля).

Для подготовки и фиксирования практических работ следует завести лабораторный журнал (тетрадь). При подготовке к практической работе необходимо составить краткий (1-2 страницы) конспект теоретического материала, на котором основана данная практическая работа и ход ее выполнения. Для подготовки конспекта используют практикум, главы или разделы учебника, рекомендованные преподавателем и конспект лекций. Также при домашней самостоятельной подготовке к практической работе нужно начертить таблицы, приведенные в практикуме, и, если требуется, произвести необходимые для проведения работы расчеты. Домашняя подготовка является необходимой частью практической работы, без нее невозможен осмысленный подход к выполнению экспериментов и измерений. Кроме того, ограниченное время, отводимое на выполнение практической работы, требует хорошо скорректированных действий студента, к которым также необходимо предварительно подготовиться.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший лекцию, представляет конспект по теме лекции. При пропуске практического занятия студент представляет конспект по теме пропущенного занятия. Оценка конспектов – зачтено, не зачтено.

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

Спецификой дисциплины «Основы моделирования в биологии» является неразрывная связь теории с практикой. Поэтому многие теоретические знания,

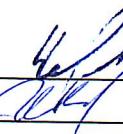
которые магистранты получают на лекциях, подтверждаются и усваиваются на практических занятиях.

При преподавании дисциплины необходимо ориентироваться на современные образовательные и информационные технологии. Необходимо проводить устный опрос студентов и контролировать выполнение заданий. Контрольные вопросы выдаются студентам по разделам и темам непосредственно перед их изучением. Акцент делается на активные методы обучения на практических занятиях и интерактивной форме обучения.

**Программу разработали:**

Чередниченко М.Ю., канд. биол. наук, доцент

Хлебникова Д.А., канд. биол. наук, доцент



## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.ДВ.04.08 «Основы моделирования в биологии» ОПОП ВО по направлениям 35.03.04 – Агрономия, направленность: «Агробизнес», «Генетика растений», «Защита растений», «Селекция сельскохозяйственных культур», «Точное земледелие»; 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение, направленность «Геоинформационное обеспечение почвенно-земельных ресурсов», «Агрохимическое обеспечение агротехнологий»; 19.03.01 – Биотехнология, направленность «Биотехнология и молекулярная биология», «Биокибернетика и системная биология», «Агропромышленная биотехнология»; 06.03.01 – Биология, направленность «Генетика животных», «Зоология», «Управление водными биологическими ресурсами»; 05.03.04 Гидрометеорология, направленность «Климатическая безопасность» (квалификация выпускника – бакалавр)

Таракановым Иваном Германовичем, профессором кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, доктором биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Основы моделирования в биологии» ОПОП ВО по направлениям 35.03.04 – Агрономия, направленность: «Агробизнес», «Генетика растений», «Защита растений», «Селекция сельскохозяйственных культур», «Точное земледелие»; 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение, направленность «Геоинформационное обеспечение почвенно-земельных ресурсов», «Агрохимическое обеспечение агротехнологий»; 19.03.01 – Биотехнология, направленность «Биотехнология и молекулярная биология», «Биокибернетика и системная биология», «Агропромышленная биотехнология»; 06.03.01 – Биология, направленность «Генетика животных», «Зоология», «Управление водными биологическими ресурсами»; 05.03.04 Гидрометеорология, направленность «Климатическая безопасность» (бакалавриат), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре биотехнологии (разработчики – Чередниченко Михаил Юрьевич, доцент кафедры биотехнологии, кандидат биологических наук, Хлебникова Дарья Анатольевна, доцент кафедры биотехнологии, кандидат биологических наук).

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

1. «Основы моделирования в биологии» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлениям 35.03.04 – «Агрономия», 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 – «Биотехнология», 06.03.01 – «Биология», 05.03.04 – «Гидрометеорология». 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 части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного цикла – Б1.В.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направлений 35.03.04 – «Агрономия», 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 – «Биотехнология», 06.03.01 – «Биология», 05.03.04 – «Гидрометеорология».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Основы моделирования в биологии» закреплено 2 компетенции (10 индикаторов). Дисциплина «Основы моделирования в биологии» 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 «Основы моделирования в биологии» составляет 2 зачётные единицы (72 часа).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения

дублирования в содержании дисциплин *соответствует* действительности. Дисциплина «Основы моделирования в биологии» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлений 35.03.04 – «Агрономия», 35.03.03 – «Агрохимия агропочвоведение», 19.03.01 – «Биотехнология», 06.03.01 – «Биология», 05.03.04 – «Гидрометеорология» и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области лесного хозяйства в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.

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

9. Программа дисциплины «Основы моделирования в биологии» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, *соответствуют* требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направлений 35.03.04 – «Агрономия», 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 – «Биотехнология», 06.03.01 – «Биология», 05.03.04 – «Гидрометеорология».

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

12. Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что *соответствует* статусу дисциплины, как дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана – Б1.В.ДВ.04.08 ФГОС ВО 3++ направлений 35.03.04 – «Агрономия», 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 – «Биотехнология», 06.03.01 – «Биология», 05.03.04 – «Гидрометеорология».

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовых учебника), дополнительной литературой – 4 наименования, методические указания - 3 источника со ссылкой на электронные ресурсы и *соответствует* требованиям ФГОС ВО 3++ направлений 35.03.04 – «Агрономия», 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», 19.03.01 – «Биотехнология», 06.03.01 – «Биология», 05.03.04 – «Гидрометеорология».

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Основы моделирования в биологии» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

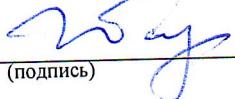
14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Основы моделирования в биологии».

## **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Основы моделирования в биологии» ОПОП ВО по направлениям 35.03.04 – Агрономия, направленность: «Агробизнес», «Генетика растений», «Защита растений», «Селекция сельскохозяйственных культур», «Точное земледелие»; 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение, направленность «Геоинформационное обеспечение почвенно-земельных ресурсов», «Агрохимическое обеспечение агротехнологий»; 19.03.01 – Биотехнология, направленность «Биотехнология и молекулярная биология», «Биокибернетика и системная биология», «Агропромышленная биотехнология»; 06.03.01 – Биология, направленность «Генетика животных», «Зоология», «Управление водными биоло-

гическими ресурсами»; 05.03.04 Гидрометеорология, направленность «Климатическая безопасность» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная доцентом кафедры биотехнологии, кандидатом биологических наук Чередниченко М.Ю., доцентом кафедры биотехнологии, кандидатом биологических наук Хлебниковой Д.А., соответствует требованиям ФГОС ВО 3++, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Тараканов И.Г., профессор кафедры физиологии растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, доктор биологических наук, профессор

  
(подпись)

« 30 » 08 2024 г.