

# БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ

**УТВЕРЖДАЮ**



Первый проректор УО БГСХА

А.В. Соляник

2016 г.

Регистрационный № УД-17-135-16 /уч.

## МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОСИСТЕМ. УИРС

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:

1-33 01 06 «Экология сельского хозяйства»

Учебная программа составлена в соответствии с образовательным стандартом высшего образования первой ступени по специальности 1-33 01 06 Экология сельского хозяйства (ОСВО 1-33 01 06), учебными планами С-02-37-15у от 24.02.15 г. и З-33-15-13у от 04.12.13 г.

### **СОСТАВИТЕЛИ:**

И.Г. Пугачева, доцент кафедры сельскохозяйственной биотехнологии и экологии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

О.Г. Бабак, ведущий научный сотрудник лаборатории экологической генетики и биотехнологии Государственного научного учреждения «Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси», кандидат биологических наук, доцент;

Н.Ю. Лещина, доцент кафедры сельскохозяйственной биотехнологии и экологии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

М.М. Добродькин, заведующий кафедрой сельскохозяйственной биотехнологии и экологии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Ермоленков Виктор Владимирович, доцент, кандидат биологических наук  
Кафедра управления региональным развитием Академии управления при Президенте Республики Беларусь (протокол № 9 от 24 февраля 2016 г.);

Красько Ольга Владимировна, ведущий научный сотрудник лаборатории биоинформатики государственного научного учреждения «Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси», кандидат технических наук, доцент.

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой сельскохозяйственной биотехнологии и экологии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»

(протокол № 7 от «9» марта 2016 г.);

Методической комиссией агроэкологического факультета учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»

(протокол № 7 от «23» марта 2016 г.);

Методической комиссией агробиологического факультета учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»

(протокол № 8 от «25» апреля 2016 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № от « » 2016 г.);

Ответственный за редакцию:

Ответственный за выпуск:

## 1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### 1.1. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель преподавания учебной дисциплины «Методы экологических исследований и моделирование экосистем» – подготовка будущего специалиста как системного исследователя, знающего методы изучения экологических систем, способного использовать математический аппарат для организации знаний об экосистемах, что позволит выбрать всесторонне обоснованную стратегию управления ими для сохранения окружающей среды.

Задачи преподавания учебной дисциплины:

- дать знания о принципах организации экологических исследований и сбора информации в ходе эксперимента;
- научить методам анализа данных, полученных в эксперименте, в том числе статистического анализа с помощью ЭВМ;
- дать основы планирования экологических экспериментов;
- ознакомить с методологией системного анализа;
- изучить возможности применения разных типов моделей;
- научить строить блок-схему и математическую модель (аппроксимировать результаты экологических наблюдений в модель);
- научить использовать теоретические модели роста для моделирования процессов в реальных природных системах;
- научить математическим методам оптимизации антропогенной нагрузки на окружающую среду, ведению системного анализа на компьютерах, графическому представлению полученных моделей.

### 1.2. Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста, связи с другими учебными дисциплинами

Учебная дисциплина ориентирована на изучение методов исследования агроэкосистем с точки зрения экологии, на возможности их применения в сельскохозяйственных и экологических экспериментах. В ходе изучения дисциплины происходит знакомство с системным анализом – упорядоченной и логической организацией данных и информации в виде моделей, которая сопровождается проверкой и анализом самих моделей, что необходимо для их верификации и последующего улучшения. Эта стратегия научного поиска использует математический аппарат для организации знаний о различных экологических системах, что позволяет выбрать вариант управления ими по принципу «максимум прибыли – ноль ущерба окружающей среде». Часть курса связана с рассмотрением наиболее простых динамических моделей, описывающих типичные для живых систем сценарии развития. В ходе изложения учебного материала идет толкование необходимых для построения модели математических понятий и процедур. Учебная дисциплина ориентирована на студентов-

экологов, ранее не сталкивавшихся ни с математическими моделями, ни с компьютерными имитациями.

Учебная программа разработана на основе комплексного подхода, требований к формированию компетенций, сформулированных в образовательном стандарте ОСВО 1 – 33 01 06 - 2013 «Экология сельского хозяйства».

Дисциплина государственного компонента, относится к циклу общепрофессиональных и специальных дисциплин, изучаемых студентами специальности «Экология сельского хозяйства».

Освоение учебной дисциплины базируется на компетенциях, приобретенных ранее студентами при изучении учебных дисциплин «Информационные технологии», «Общая экология», «Сельскохозяйственная экология», «Охрана окружающей среды», «Земледелие и растениеводство», «Биотехнология в растениеводстве».

В рамках изучения учебной дисциплины предусмотрена УИРС.

### **1.3. Требования к освоению учебной дисциплины в соответствии с образовательным стандартом**

В результате изучения учебной дисциплины студент должен закрепить и развить следующие академические (АК) и социально-личностные (СЛК) компетенции, предусмотренные в образовательном стандарте ОСВО 1 – 33 01 06 - 2013 «Экология сельского хозяйства»:

- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом;
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками;
- СЛК-1. Обладать качествами гражданственности;
- СЛК-6. Уметь работать в команде;
- СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК), предусмотренными образовательным стандартом ОСВО 1 – 33 01 06 - 2013 «Экология сельского хозяйства»:

ПК-3. Определять основные направления разработки и внедрения экологически обоснованных мероприятий по уменьшению воздействия техногенных факторов.

ПК-6. Применять эффективную организацию производственных процессов, включая рациональное построение производственных систем.

ПК-8. Организовывать рациональное обслуживание производства.

ПК-19. Работать с нормативно-правовыми актами.

ПК-24. Анализировать и оценивать собранные данные.

ПК-28. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

ПК-30. Владеть современными средствами телекоммуникаций.

ПК-32. Заниматься аналитической и научно-исследовательской деятельностью в области экологии сельского хозяйства.

ПК-35. Осуществлять выбор оптимального варианта проведения научно-исследовательских работ.

ПК-36. Работать с научной, нормативно-справочной и специальной литературой.

ПК-38. Осуществлять сбор данных, необходимых для четкого определения экологических проблем.

ПК-39. Анализировать собранную информацию и формировать точку зрения на характер и аспекты экологической проблемы.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- основные требования к научному эксперименту;
- общие принципы и этапы планирования научного эксперимента;
- особенности планирования экологических исследований в зависимости от уровня организации изучаемой системы;
- методологию системного анализа;
- возможности применения разных типов моделей;
- особенности создания и использования экологических баз данных;
- возможности применения географических информационных систем;
- общие принципы управления экологическими рисками;

**уметь:**

- планировать эксперименты в зависимости от цели и изучаемого объекта;
- разрабатывать программу и методику научного эксперимента;
- проводить необходимые наблюдения и учеты;
- прогнозировать динамику развития и изменений изучаемых объектов на основе полученных результатов;
- применять информационные технологии для управления качеством окружающей среды;
- оценивать масштабы и характер антропогенных воздействий на компоненты ландшафтов;
- строить блок-схемы экологических моделей;
- аппроксимировать экспериментальные данные в формулу;
- графически представлять на компьютере результаты моделирования;

**владеть:**

- принципами организации экологических исследований и сбора информации в ходе эксперимента;
- приемами статистического анализа данных, полученных в эксперименте;
- методами оптимизации антропогенной нагрузки на окружающую среду;
- прикладными программами статистической обработки и графического представления данных.

#### **1.4. Общее количество часов и количество аудиторных часов, отводимых на изучение учебной дисциплины в соответствии с типовым учебным планом по специальности Экология сельского хозяйства**

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 316 часов. Это соответствует 8 зачетным единицам.

Учебно-исследовательская работа студентов ведется кафедрами факультета по индивидуальному закреплению за преподавателями в соответствии с установленными в академии нормами расхода времени.

Для очной формы получения образования на аудиторные занятия отводится 140 часов, из них лекции составляют 70 часов, лабораторные занятия 70 часов. На самостоятельную работу отводится 176 часов. Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 и 8 семестрах. В качестве форм текущей аттестации по учебной дисциплине предусмотрены зачет (7 семестр), экзамен (8 семестр).

Для заочной формы получения образования на аудиторные занятия отводится 32 часа, из них лекции составляют 16 часов, лабораторные занятия 16 часов. На самостоятельную работу отводится 284 часа. Дисциплина изучается на 5 курсе в 7 и 8 семестрах. В качестве форм текущей аттестации по учебной дисциплине предусмотрены зачет и экзамен.

## **2 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **2.1. Введение**

Предмет и задачи курса «Методы экологических исследований и моделирование экосистем». Объекты экологических исследований. Проблемы, решаемые с помощью методов экологических исследований и математического моделирования. Экосистемы как сложные объекты управления. Взаимосвязь с другими дисциплинами.

### **2.2. Методы научных исследований**

Классификация и краткая характеристика основных методов исследований. Наблюдение, эксперимент, моделирование. Мониторинг. Виды экспериментов: полевые, лабораторные. Основные требования к полевому опыту: типичность, принцип единственного различия, достоверность опыта, статистическая обоснованность методики эксперимента. Виды полевых опытов: однофакторные, многофакторные, краткосрочные, многолетние, длительные. Особенности проведения лабораторных экспериментов. Система экспериментальных исследований окружающей среды: биоиндикационные методы (методы мониторинга биологических объектов); химические методы (мониторинг воздушной среды, почвы и водных объектов, загрязнения продуктов питания); физические методы (мониторинг шумового, электромагнитного и радиационного загрязнения окружающей среды). Картографический метод исследования. Методы социальной экологии.

### **2.3. Системность исследования. Планирование научного эксперимента**

Системный подход к изучению биологических объектов. Выбор параметров наблюдения в зависимости от изучаемого уровня организации. Экологический подход и определение главных факторов, воздействующих на систему. Дозировка воздействия и динамика наблюдения. Скорость протекания процессов на разных уровнях и ее связь с периодичностью наблюдений.

Этапы планирования эксперимента. Выбор темы и объекта исследования. Постановка цели и задач. Изучение современного состояния вопроса в научной литературе. Обоснование актуальности, новизны и практической значимости научной разработки. Выдвижение рабочей гипотезы. Выбор вида опыта. Разработка модели опыта и основных элементов его методики.

### **2.4. Основные элементы методики полевого опыта**

Варианты: изучаемые, контрольные, стандартные. Особенности контрольных вариантов в экологическом эксперименте. Делянка; учетная, защитная и общая площадь делянки. Повторность и повторение. Методика полевого опыта. Число вариантов, площадь и форма делянок, их ориентация в пространстве, повторность на площади и во времени, методика наблюдений, статистический анализ результатов экспериментов. Схема опыта. Классификация методов размещения вариантов по делянкам опыта: систематические, стандартные, случайные (рэндомизированные). Основные требования к наблюдениям и учетам в опыте. Типы выборок и требования к ним. Виды ошибок и источники их возникновения. Методы и значение статистического анализа результатов.

### **2.5. Закладка и проведение полевого опыта.**

Выбор участка для полевых опытов. Рекогносцировочные и уравнительные посеы. Техника закладки опыта. Правила выполнения полевых работ, учетов и наблюдений. Годовой отчет о научных исследованиях и дипломная работа.

### **2.6. Статистические методы анализа результатов эксперимента**

Роль математической статистики для планирования, обработки результатов и анализа закономерностей изучаемых явлений. Статистические характеристики количественной и качественной изменчивости. Дисперсионный анализ. Оценка существенности различий между изучаемыми вариантами. Корреляционный анализ, регрессионный, кластерный анализ. Методы оценки экологической адаптивности и стабильности систем. Достоинства и недостатки методов. Документация и отчетность.

### **2.7. Особенности методов исследований на различных уровнях организации живых систем**

Зависимость методики экологических экспериментов от целей исследования и уровня организации изучаемой системы. Особенности работы с живыми

объектами (пыльца, растения, микроорганизмы, черви, насекомые, лабораторные мыши и т.д.). Методики определения устойчивости живых объектов к абиотическим и биотическим стрессам (засуха, засоление, высокие и низкие температуры, патогенная нагрузка). Экологическое испытание сортов растений и пород животных. Изучение адаптации живых систем к условиям среды. Программа «Человек и биосфера» как метод изучения биосферных процессов.

### **2.8. Методы экологического мониторинга, оценка состояния окружающей среды**

Методы изучения роста и развития лесных сообществ. Определение физических и химических загрязнителей воздуха, воды, почвы, продуктов питания. Метод сорбционных лизиметров в экологических исследованиях. Биоиндикационные методы. Методы биоиндикации загрязнений наземных и водных экосистем. Лихеноиндикация загрязнения воздуха и картирование лишайников. Биоиндикация газо-дымовых загрязнений по состоянию хвои сосны. Определение интенсивности выделения углекислого газа почвой как биотест на плотность заселения живыми организмами. Беспозвоночные животные как биоиндикаторы загрязнения малых рек. Картографический метод исследований. Методы социальной экологии. Методика проведения опытов по защите почв от водной и ветровой эрозии.

### **2.9. Использование информационных технологий в управлении качеством окружающей среды**

Понятие экологической информации, информация как экологический фактор. Роль информации в современном общественном производстве. Законодательство в области пользования экологической информацией. Методы сбора экологической информации, мониторинг. Экосистемы как сложные объекты управления. Банк данных, технологии банка данных. База данных. Система управления базами данных. Проектирование экологических банков данных. Требования к базе данных. Экспертные системы в экологии. Экологическая инвентаризация. Международные и республиканские экологические базы данных. Географические информационные системы (ГИС). База данных: план охраны природных ресурсов. Банк данных социально-гигиенического мониторинга.

### **2.10. Методология системного анализа**

Система и системный анализ. Этапы системного анализа: выбор проблемы, постановка задачи, установление иерархии целей, выбор путей решения. Моделирование, оценка возможных стратегий, внедрение результатов. Состав, структура, функция системы. Модель. Математическая модель. Огрубляющее и гомоморфное отображение объекта. Ценность математических моделей в экологии.

### **2.11. Математические модели в системном анализе**

Типы и виды математических моделей: аналитические и имитационные, детерминированные и стохастические, статические и динамические модели, дискретные и непрерывные модели, точечные и пространственные модели. Элементы математической модели: переменные состояния, переменные скорости, вспомогательные переменные, управляющие переменные, параметры и константы. Блок-схема математической модели (по Дж. Форрестеру). Линейное и нелинейное программирование. Дифференциальные уравнения в моделях. Численное интегрирование в моделях.

### **2.12. Принципы построения математических моделей в экологии**

Стохастические модели. Дисперсионный и регрессионный анализ в описании экологических процессов. Корреляционная модель. Вероятностные модели. Динамические модели экологических процессов. Матричная модель. Матрицы Лесли. Описание пространственного распределения организмов. Многомерные модели.

### **2.13. Оптимизационные модели.**

Оптимизационные модели. Графический способ решения. Возможности применения симплекс-метода в экологии. Алгоритм симплекс-метода в линейном программировании. Составление неравенства. Симплекс-таблица. Поиск опорных решений. Метод прямоугольника. Нахождение оптимального решения.

### **2.14. Моделирование роста в экологии**

Скорость роста как функция биомассы. Простой экспоненциальный рост с резкой отсечкой. Мономолекулярное управление роста. Логистическое уравнение роста. Кривые роста Гомпертца и Ричардса. Экспоненциальные полиномы и описание роста. Моделирование численности взаимодействующих популяций. Динамика возрастных групп.

### **2.15. Биоразнообразие в системе, его моделирование**

Концепция биологического разнообразия. Уровни биоразнообразия. Биоразнообразие и проблемы качества среды. Математические способы описания биоразнообразия. Методы оценки размеров популяции: метод изъятия, метод мечения и повторного отлова. Оценка видового разнообразия по коэффициенту фаунистической общности.

### **2.16. Моделирование процессов дыхания и фотосинтеза у растений**

Фотосинтез и газообмен листа. Фотосинтез и газообмен посева. Темновой метаболизм. Математическое описание газообмена посева. Модель баланса вещества и энергии.

### **2.17. Моделирование распространения возбудителей болезней и вредителей**

Оценка возможных потерь урожая. Прогнозирование болезней. Модель «хищник-жертва» (Лотки-Вольтерры). Биологический метод борьбы с нежелательным видом. Модели эпидемии.

### **2.18. Описание времени и климата в экологических моделях**

Преобразование календаря в моделях. Выражение времени в долях суток. Преобразование даты в порядковый номер суток. Уравнение времени. Описание долготы дня. Описание сезонных различий солнечной радиации.

### **2.19. Принципы построения двухпоточных моделей**

Двухпоточная модель, принципы построения. Использование двухпоточных моделей для описания динамики минеральных форм азота в почве, динамики азота и углерода в растении. Математические методы описания двухпоточных моделей. Модель круговорота азота в вечнозеленом лесу.

### **2.20. Комплексная модель продукционного процесса**

Схема продукционного процесса. Моделирование водного транспорта в системе почва-растение-атмосфера. Моделирование энерго- и массообмена. Экологические взаимодействия в агроэкосистеме. Имитация внешних воздействий. Прогнозирование продуктивности агроэкосистем в зависимости от поступающего количества ФАР, плодородия почвы и доз внесения удобрений. Программная реализация модели.

### **2.21. Безопасность и риск. Управление рисками**

Риск и развитие общества. Техногенные, экологические риски и методы оценки их вероятности и последствий. Принципы управления рисками.

### **2.22. Математические модели сложных объектов**

Моделирование физически «безопасного ядерного реактора». Климатические последствия ядерного конфликта. Экологически приемлемые технологии сжигания углеводородного топлива. Гидрологический «барьер» против загрязнения грунтовых вод.

### **2.23. Формализация методов управления качеством окружающей среды**

Планирование и прогнозирование взаимодействия общества и окружающей среды, их математическая поддержка. Оценка воздействия на окружающую среду. Устойчивое развитие, принципы его реализации. Программы стратегии устойчивого развития Д. Медоуза.

### 3.1 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Форма получения высшего образования: **очная**

№ п/п	Название разделов, тем	всего аудиторных	в том числе		количество часов СР	Форма контроля знаний
			лекции	лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7
2.1	<b>Введение</b>	2	2	-	-	Модуль
2.2	<b>Методы научных исследований</b>	4	4	-	6	Модуль
2.3	<b>Системность исследования. Планирование научного эксперимента</b>	6	2	4	10	Модуль
2.4	<b>Основные элементы методики полевого опыта.</b>	6	2	4	6	Модуль
2.5	<b>Закладка и проведение полевого опыта.</b>	4	2	2	6	Модуль
2.6	<b>Статистические методы анализа результатов эксперимента</b>	24	4	20	20	Модуль
2.7	<b>Особенности методов исследований на различных уровнях организации живых систем</b>	2	2	-	4	Модуль
2.8	<b>Методы экологического мониторинга, оценка состояния окружающей среды.</b>	8	6	2	20	Модуль

2.9	<b>Использование информационных технологий в управлении качеством окружающей среды.</b> <i>2.9.1 Информация в современном обществе</i> <i>2.9.2 Экологические информационные системы</i> <i>2.9.3 Географические информационные системы</i> <i>2.9.4 Использование информационных технологий в управлении качеством окружающей среды</i>	12	8	4	20	Модуль
2.10	<b>Методология системного анализа.</b>	4	4	-	8	Модуль
2.11	<b>Математические модели в системном анализе.</b>	8	4	4	12	Модуль
2.12	<b>Принципы построения математических моделей в экологии.</b>	8	4	4	8	Модуль
2.13	<b>Оптимизационные модели.</b>	12	4	8	6	Модуль
2.14	<b>Моделирование роста в экологии.</b>	14	2	12	4	Модуль
2.15	<b>Биоразнообразие в системе, его моделирование.</b>	2	2	-	6	Модуль
2.16	<b>Моделирование процессов дыхания и фотосинтеза у растений.</b>	2	2	-	6	Модуль
2.17	<b>Моделирование распространения возбудителей болезней и вредителей.</b>	2	2	-	4	Модуль
2.18	<b>Описание времени и климата в экологических моделях.</b>	2	2	-	4	Модуль
2.19	<b>Принципы построения двухпоточных моделей.</b>	2	2	-	6	Модуль

2.20	<b>Комплексная модель производственного процесса.</b>	8	2	6	8	Модуль
2.21	<b>Безопасность и риск. Управление рисками.</b>	4	4	-	4	Модуль
2.22	<b>Математические модели сложных объектов.</b>	2	2	-	4	Модуль
2.23	<b>Формализация методов управления качеством окружающей среды</b>	2	2	-	4	Модуль
	<b>Итого</b>	<b>140</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>176</b>	<b>экзамен</b>

### 3.2 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Форма получения высшего образования: заочная

№ п/п	Название разделов, тем	всего аудиторных	в том числе		количество часов СР	Форма контроля знаний
			лекции	лабораторные занятия		
1	2	3	4	5	6	7
2.1	<b>Введение</b>	0,5	0,5	-	2	-
2.2	<b>Методы научных исследований</b>	1	1	-	12	-
2.3	<b>Системность исследования. Планирование научно-го эксперимента</b>	0,5	0,5	-	12	-
2.4	<b>Основные элементы методики полевого опыта.</b>	1	1	-	12	-
2.5	<b>Закладка и проведение полевого опыта.</b>	-	-	-	12	-
2.6	<b>Статистические методы анализа результатов эксперимента</b>	5	1	4	20	Защита работ
2.7	<b>Особенности методов исследований на различных уровнях организации живых систем</b>	-	-	-	12	-
2.8	<b>Методы экологического мониторинга, оценка состояния окружающей среды.</b>	2	2	-	24	-

2.9	<b>Использование информационных технологий в управлении качеством окружающей среды.</b> <i>2.9.1 Информация в современном обществе</i> <i>2.9.2 Экологические информационные системы</i> <i>2.9.3 Географические информационные системы</i> <i>2.9.4 Использование информационных технологий в управлении качеством окружающей среды</i>	4	2	2	20	Защита работ
2.10	<b>Методология системного анализа.</b>	2	2	-	12	-
2.11	<b>Математические модели в системном анализе.</b>	2	1	1	12	Защита работ
2.12	<b>Принципы построения математических моделей в экологии.</b>	2	1	1	14	Защита работ
2.13	<b>Оптимизационные модели.</b>	2	-	2	12	Защита работ
2.14	<b>Моделирование роста в экологии.</b>	4	-	4	12	Защита работ
2.15	<b>Биоразнообразие в системе, его моделирование.</b>	-	-	-	12	-
2.16	<b>Моделирование процессов дыхания и фотосинтеза у растений.</b>	0,5	0,5	-	10	-
2.17	<b>Моделирование распространения возбудителей болезней и вредителей.</b>	0,5	0,5	-	10	-

2.18	<b>Описание времени и климата в экологических моделях.</b>	0,5	0,5	-	10	-
2.19	<b>Принципы построения двухпоточных моделей.</b>	-	-	-	10	-
2.20	<b>Комплексная модель производственного процесса.</b>	2,5	0,5	2	14	Защита работ
2.21	<b>Безопасность и риск. Управление рисками.</b>	2	2	-	10	-
2.22	<b>Математические модели сложных объектов.</b>	-	-	-	10	-
2.23	<b>Формализация методов управления качеством окружающей среды</b>	-	-	-	10	-
	<b>Итого</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>284</b>	<b>экзамен</b>

## 4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ



### 4.1. Литература

#### Основная

1. Шимова, О. С. Основы экологии и экономика природопользования: учебник / О. С. Шимова, Н. К. Соколовский; ред. О. С. Шимова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Минск : БГЭУ, 2010. – 454 с.
2. Гершензон, В.Е. Информационные технологии в управлении качеством среды обитания: учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В.Е. Гершензон, Е.В. Смирнова, В.В. Элиас; под ред В.Е. Гершензона. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 288 с.
3. Полуэктов, Р.А. Динамические модели агроэкосистемы: Монография / Р. А. Полуэктов. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 311 с.

#### Дополнительная

1. Андреева, Е.Н. Методы изучения лесных сообществ / Е. Н. Андреева [и др.] СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 2002, 240 с.
2. Ануфриев, А.Ф. Научное исследование. Курсовые, дипломные и диссертационные работы./ А. Ф. Ануфриев – М.: Осъ-89, 2004. – 112 с.
3. Баскаков, А. Я. Методология научного исследования / А. Я. Баскаков, Н. В. Туленков, Учеб.пособие. 2-ое изд., испр. – К.: МАУП. 2004. – 267 с.
5. Берляндт, А. М. Картографический метод исследования / А. М. Берляндт. – М.: 1978. -225 с.
6. Джефферс, Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии: Пер. с англ. / перевод Д. О. Логофета; под ред. и с предисл. Ю.М. Свиричева. – М.: Мир, 1981. – 256 с.
4. Дромашко, С.Е. Математические и компьютерные модели в биологии: взгляд генетика. – Минск: Белорусская наука, 2006. – 167 с.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. 415 с.
6. Джефферс, Дж. Введение в системный анализ: применение в экологии: Пер. с англ. Д.О. Логофета; под ред. и с предисл. Ю.М. Свиричева. – М.: Мир, 1981. – 256 с.
7. Советов, Б.Я. Моделирование систем: учебник для вузов по спец. «Автоматизированные системы управления» / Б.Я. Советов, С.Я. Яковлев. – М.: Высш. шк., 1985. – 271 с.
8. Лукашевич, В.К. Основы методологии научных исследований. Учеб. пособие для студентов вузов / В.К. Лукашевич, Минск: ООО «Элайда», 2001. – 104 с.
9. Советов, Б. Я. Моделирование систем / Б. Я Советов, С. А. Яковлев, Учеб. для вузов – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001, 343 с.

10. Козлов, М. В. Планирование экологических исследований: теория и практические рекомендации / М. В. Козлов. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. – 171 с.

11. Тонконогов, Б.А. Визуализация экологической информации: учебно-методич. пособие / Б.А. Тонконогов, И.А. Гишкелюк, С.П. Кундас; под общ. ред. д.т.н., профессора С.П. Кундаса. – Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2010. – 222 с.

12. Кузнецов, И.Н. Научное исследование: Методика проведения и оформление. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация Дашков и КО, 2006. – 460.

13. Курлович, Д.М., Геоинформационные технологии. Лабораторный практикум: учеб. - метод. пособие / Д.М. Курлович, Н.В. Жуковская, О.М. Ковалевская. – Минск: БГУ, 2015. – 160 с.

14. Лукашевич, В.К. Основы методологии научных исследований. Учеб. пособие для студентов вузов / В.К. Лукашевич, Минск: ООО «Элайда», 2001, 104 с.

15. Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб пособие для вузов / Д. А. Кривошеин и др.; под ред Л. А. Муравья. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 447 с.

16. Смиряев, А.В. Моделирование: от биологии до экономики: учеб. пособие для студентов специальности «селекция и генетика сельскохозяйственных культур» / А. В. Смиряев, А. В. Исачкин, Л. К. Харрасова. – М.: Издательство МСХА, 2002. – 122 с.

17. Самарский, А. А Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. – 2-е изд., испр. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 320 с.

18. Пузаченко, Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по геогр. и экол. спец./ Ю.Г. Пузаченко – М.: Академия, 2004. – 408 с.

19. Якушев, В.П. Статистический анализ опытных данных. Непараметрические критерии / В.П. Якушев, В.М. Буре Санкт-Петербург: АФИ, 2001, 61 с.

#### 4.2. Примерный перечень тем лабораторных занятий

1. Выборочный метод оценки совокупности. Построение вариационного ряда.

2. Вычисление статистических характеристик количественной и качественной изменчивости.

3. Вычисление статистических характеристик количественной и качественной изменчивости.
4. Теоретические распределения. Статистические методы проверки гипотез.
5. Оценка соответствия между ожидаемыми и наблюдаемыми распределениями по критерию  $\chi^2$  (хи-квадрат).
6. Корреляционно-регрессионный анализ.
7. Постановка эксперимента по прорастаню пыльцы и семян растений (томата, традесканции) в различных физических и химических условиях.
8. Однофакторный дисперсионный анализ.
9. Статистическая обработка результатов эксперимента по изучению свойств пыльцы и семян методом двухфакторного дисперсионного анализа.
10. Планирование экологического эксперимента.
11. Проектирование экологической базы данных.
12. Двухфакторный дисперсионный анализ с использованием ЭВМ.
13. Кластерный анализ в экологических исследованиях.
14. Моделирование урожайности сельскохозяйственных культур.
15. Моделирование биоразнообразия. Оценка видового разнообразия по коэффициенту фаунистической общности (коэффициент Жаккара).
16. Прикладные программы для компьютерного моделирования. Методы статистического анализа в стохастических моделях.
17. Оптимизация развития экосистем методами линейного программирования с использованием графического метода решений и симплекс-метода.
18. Модели экспоненциального роста.
19. Модели логистического роста.
20. Модель пищевой цепи, состоящей из 2-х звеньев.
21. Модель пищевой цепи, состоящей из 3-х звеньев.
22. Имитационная игра «Остров».
23. Моделирование отношений «хищник-жертва» при однородном и неоднородном размещении особей популяций в пространстве.
24. Моделирование конкуренции.
25. Модель использования различных видов ресурсов.
26. Моделирование систем с запаздыванием на примере взаимодействия «патоген-хозяин».
27. Разработка словесной, графической и математической модели экологических систем.
28. Компьютерная игра «Озеро».
29. Компьютерная игра «Стратегия».

#### **4.3. Темы индивидуальных творческих заданий**

1. Построить модель решения продовольственной проблемы на Земле.
2. Построить модель программы для снижения выбросов парниковых газов.

3. Построить модель изменения плодородия почвы возле Солигорска после прекращения добычи ископаемых.
4. Построить модель роста березняка на месте гари.
5. Построить модель появления устойчивости живых организмов к вирусам (гепатит, герпес, СПИД).
6. Построить модель эволюционной адаптации живых организмов к действию радиоактивного (ультрафиолетового) излучения.
7. Построить модель поведения синтетических химических веществ (пестициды) в биосфере.
8. Построить модель последствий использования генетически модифицированных продуктов.
9. Построить модель изменения интенсивности фотосинтеза у травянистых растений в связи с потеплением климата.
10. Построить модель изменения качества почвы возле цементного завода.
11. Построить модель изменения качества почвы возле нефтеперерабатывающего завода.
12. Построить модель изменений в Нижнем озере в связи с эвтрофированием.
13. Построить модель малоотходной (безотходной) технологии производства свинины.
14. Построить модель экологически безопасного пестицида.
15. Построить модель получения 200 ц/га зерна озимой пшеницы.
16. Построить модель восстановления болотной экосистемы Полесья.
17. Построить модель живого организма, способного жить на Луне.
18. Построить модель развития сельского хозяйства в Беларуси до 2100 г.
19. Построить модель развития органического земледелия.
20. Построить модель изменения физиологических процессов (дыхание, фотосинтез) у растений, животных, человека в связи с увеличением концентрации углекислого газа в атмосфере.
21. Построить модель выхода из энергетического кризиса.
22. Построить модель возможного развития интродуцированного вида травоядного животного в лесах умеренного климата.

#### 4.4 Критерии оценки результатов учебной деятельности

Учебная деятельность оценивается на зачете с использованием следующих критериев:

Зачтено:

- Достаточный объем знаний о требованиях к научному эксперименту, об общих принципах и этапах планирования научного эксперимента, особенности планирования экологических исследований в зависимости от уровня организации изучаемой системы;

- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;

- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение принципами организации экологических исследований и сбора информации в ходе эксперимента;
- владение приемами статистического анализа данных, полученных в эксперименте;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные ( типовые ) задачи;
- умение планировать эксперименты в зависимости от цели и изучаемого объекта;
- умение разрабатывать программу и методику научного эксперимента;
- умение проводить необходимые наблюдения и учеты;
- работа под руководством преподавателя на лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий.

Не зачтено:

- недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
- знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными лингвистическими и логическими ошибками;
- слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных ( типовых ) задач;
- неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины;
- пассивность на лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

В восьмом семестре учебная деятельность оценивается на экзамене по десятибалльной шкале с использованием следующих критериев:

1 балл – попытка дать ответ, из которой следует, что отвечающий знает, на вопросы какой дисциплины он отвечает;

2 балла – неполные и неточные ответы без пояснений и с существенными ошибками;

3 балла – неполные и неточные ответы без пояснений и с ошибками в пояснениях;

4 балла – несистематизированные, неполные ответы по всем поставленным вопросам, пояснения отсутствуют или даны с ошибками, при понимании цели и задач учебной дисциплины «Методы экологических исследований и моделирование экосистем», сущности основных понятий;

5 баллов – несистематизированные, неполные или содержащие ошибки ответы на все вопросы, пояснения неполные, есть понимание цели и задач учебной дисциплины «Методы экологических исследований и моделирование экосистем», сущности основных понятий;

6 баллов – систематизированные, но неполные ответы на все вопросы, изложение ответов неглубокое, имеются незначительные ошибки, есть понимание цели и задач учебной дисциплины «Методы экологических исследований и моделирование экосистем», сущности основных понятий;

7 баллов – систематизированные, принципиально правильные, но недостаточно полные ответы на все вопросы, пояснения ответов правильное, но неглубокие, имеются незначительные ошибки, демонстрируются практические навыки планирования научного эксперимента, построения математических моделей на компьютере;

8 баллов – систематизированные правильные и полные ответы на все вопросы, могут присутствовать несущественные неточности, даются правильные, но недостаточно полные и точные пояснения, демонстрируются практические навыки планирования и анализа результатов научного эксперимента, построения математических моделей на компьютере;

9 баллов – систематизированные, глубокие, правильные и полные ответы по всем вопросам, логически верное изложение ответов, даются исчерпывающие пояснения о требованиях к научному эксперименту, об общих принципах и этапах планирования научного эксперимента, особенности планирования экологических исследований в зависимости от уровня организации изучаемой системы, о методологии системного анализа, возможностях применения разных типов моделей, особенностях создания и использования экологических баз данных, возможности применения географических информационных систем, общих принципах управления экологическими рисками, демонстрируются практические навыки планирования и анализа результатов научного эксперимента, построения и творческой интерпретации математических моделей на компьютере, применения информационных технологий для управления качеством окружающей среды;

10 баллов – систематизированные, глубокие, правильные и полные ответы по всем вопросам, логически верное изложение ответов, даются исчерпывающие пояснения, приводятся сведения сверхпрограммного материала или делаются оригинальные обобщения.

#### **4.5 Перечень рекомендуемых средств диагностики**

Оценка учебных достижений студента проводится на зачете и на экзамене по десятибалльной шкале. Оценочными средствами должна предусматриваться оценка способности обучающихся к творческой деятельности, их готовность вести поиск решения новых задач, связанных с недостаточностью конкретных специальных знаний и отсутствием общепринятых алгоритмов.

Для диагностики компетенций используются устная, письменная и техническая формы. К устной форме диагностики компетенций относятся: коллоквиумы; доклады на конференциях; устные зачеты; устные экзамены; оценивание на основе деловой игры. К письменной форме диагностики компетенций относятся: тесты; контрольные опросы; контрольные работы; письменные отчеты по

аудиторным (домашним) практическим упражнениям; письменные отчеты по лабораторным работам; рефераты; отчеты по научно-исследовательской работе; публикации статей, докладов; стандартизированные тесты; оценивание на основе модульно-рейтинговой системы; оценивание на основе деловой игры. К технической форме диагностики компетенций относятся электронные тесты.

#### **4.7 Рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы обучающихся по учебной дисциплине**

При изучении учебной дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

самостоятельное решение индивидуальных заданий в аудитории во время проведения лабораторно-практических занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;

подготовка рефератов и выполнение индивидуальных творческих заданий по индивидуальным темам с использованием основной и дополнительной литературы;

творческое оформление выполненных работ при помощи программного обеспечения и компьютеров.

#### **4.8 Учебно-исследовательская работа студентов**

Учебно-исследовательская работа студентов ведется кафедрами факультета по индивидуальному закреплению за преподавателями в соответствии с установленными в академии нормами расхода времени.

## 5. ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Сельскохозяйственная экология	сельскохозяйственной биотехнологии и экологии	Предложения к Ведущий преподав. Сергей Тибель И.И. 22.03.16 г.	
Радиэкология	сельскохозяйственной радиологии	Предложения об изменениях к Зав. каф. с.х. биотехнологии Сергей Т.А. Черныш 22.03.16	

6 ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
НА 2017/2018 УЧЕБНЫЙ ГОД

№№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1.	Тема «Статистический анализ результатов эксперимента» дополнена материалом о корректности математической обработки результатов эксперимента, методах сравнения средних, дисперсионном и корреляционном анализе, каноническом, кластерном, дискриминантном анализе.	решение заседания кафедры

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии  
(протокол № 1 от 4 сентября 2017 г.)

Заведующий кафедрой

канд. с.-х. наук, доцент  
(степень, звание)

(подпись)

М. М. Добродькин  
(И.О. Фамилия)

Утверждаю:

Декан агроэкологического факультета

канд. с.-х. наук, доцент  
(степень, звание)

(подпись)

Ю. А. Миренков  
(И.О. Фамилия)

**6 ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
НА 2018/2019 УЧЕБНЫЙ ГОД**

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание
1.	В список используемой литературы включено учебное пособие «Методы экологических исследований и моделирование экосистем», автор Пугачева И. Г., РИВШ, 2018 г.	<i>решение заседания кафедры</i>

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры Сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии (протокол № 1 от 4 сентября 2018 г.)

Заведующий кафедрой

канд. с.-х. наук, доцент  
(степень, звание)

(подпись)

М. М. Добродькин  
(И.О. Фамилия)

Утверждаю:

/ Декан агроэкологического факультета

канд. с.-х. наук, доцент  
(степень, звание)

(подпись)

Ю. А. Миренков  
(И.О. Фамилия)

**6 ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
НА 2019/2020 УЧЕБНЫЙ ГОД**

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание
1.	<p>В список используемой литературы включены следующие источники:</p> <p>1. Математические методы обработки данных в экологии / А.А. Волчек и др. - Минск: РИВШ, 2018. - 210 с.</p> <p>2. Экологическое картографирование / В.И. Стурман. - Москва: Лань, 2018. - 180 с.</p> <p>3. Экологическое картографирование / Г.Н. Огуреева, Т.В. Котова, Л.Г. Емельянова. - Москва: Юрайт, 2018. - 155 с.</p>	<p><i>решение кафедры (протокол № 1 от 11.09.2019)</i></p>

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии  
(протокол № 1 от 11 сентября 2019 г.)

Заведующий кафедрой

канд. с.-х. наук, доцент  
(степень, звание)

(подпись)

М. М. Добродькин  
(И.О. Фамилия)

Утверждаю:

Декан агроэкологического факультета

канд. с.-х. наук, доцент  
(степень, звание)

(подпись)

Ю. А. Миренков  
(И.О. Фамилия)

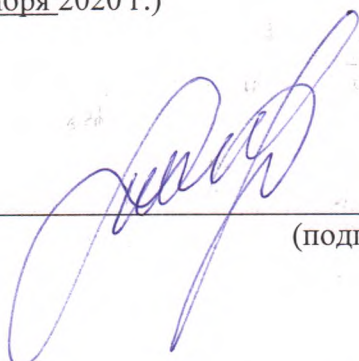
**6 ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО МЕТОДАМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И  
МОДЕЛИРОВАНИЮ ЭКОСИСТЕМ  
НА 2020 / 2021 УЧЕБНЫЙ ГОД**

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание
1.	При подготовке лекционного материала используется дополнительный источник литературы: Ясовеев, М.Г. Методика экологических исследований / М. Г. Ясовеев, А. И. Калашникова; под ред. М. Г. Ясовеева. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 232 с.	решение кафедры (протокол №1 от 17.09.2020 г.)

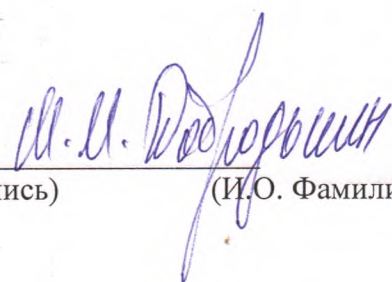
Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии  
(протокол № 1 от 17 сентября 2020 г.)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ (степень, звание)



\_\_\_\_\_ (подпись)

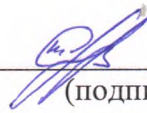


\_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

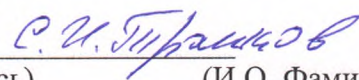
Утверждаю:

~~Зам~~ Декана факультета

канд. с-х. наук, доцент  
\_\_\_\_\_ (степень, звание)



\_\_\_\_\_ (подпись)



\_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)

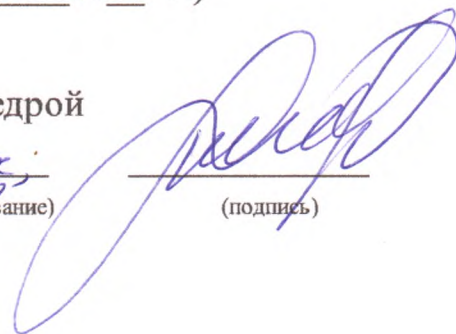
**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ  
К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО НА 2021/2022 уч.г.**

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
	В рамках образовательного процесса студент должен приобрести не только практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной и социально-культурной жизни страны.	Выполнение абзаца второго пункта Протокола поручений Заместителя Премьер-министра Республики Беларусь Петришенко И.В. от 17.02.2021 №05/06 пр

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии (протокол № 1 от 07.09. 2021 г.)

Заведующий кафедрой

канд. с-х наук  
Табаченко  
(ученая степень, ученое звание)




(подпись)

М.М. Добродзькин  
(И.О.Фамилия)

**СОГЛАСОВАНО**

Зам. Декан факультета  
канд. с-х н., доцент  
(ученая степень, ученое звание)



(подпись)

С.Ч. Туранин  
(И.О.Фамилия)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

по дисциплине Методы экологических исследований и моделирование экосистем  
на 2022/2023 учебный год

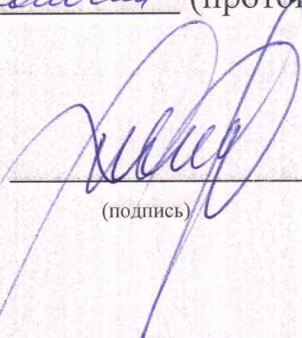
№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1	При подготовке заявки исполнителя учебное издание: Моделирование экосистем: практикум. - СПб.: РГГМУ, 2019. - 28 с.	решение кафедры от 7.09.2022г.

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры с/х биотехнологии экологии и радиологии (протокол № 1 от 07.09.2022г.)

Заведующий кафедрой

К.С.Х.Н., доцент

(ученая степень, ученое звание)



(подпись)

М.М. Добродькин

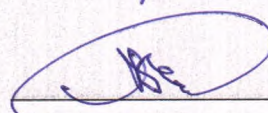
(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

К.С.Х.Н., доцент

(ученая степень, ученое звание)



(подпись)

С.В. Калинин

(И.О. Фамилия)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
по учебной дисциплине  
Методы экологических исследований и моделирование экосистем**

на 2023 / 2024 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1	лекционный материал дополнил информацией источника: Методы экологических исследований учеб. пособие / Н.Ю. Никифорова, О.А. Мельник Краснодар, 2022 - 87с.	решение кафедры от 05.09.2023

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии

(название кафедры)

(протокол № 1 от 05.09 2023 г.)

Заведующий кафедрой

К. С.-Х. Н., доцент

(ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Н. Ю. Лещина

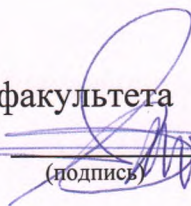
(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан агротехнологического факультета

К. С.-Х. Н., доцент

(ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Н. А. Дуктова

(И.О.Фамилия)

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ**  
**по учебной дисциплине**  
**Методы экологических исследований и моделирование экосистем**

на 2024 / 2025 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1	Для организации занятий используются новые источники информации Математическое моделирование физических процессов: учебн. пособие Минск: ИИВЦ, 2022. - 176 с.	решение кафедры от 10.09.2024

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
селекции и биотехнологии растений


(название кафедры)

(протокол № 1 от 10.09.2024 г.)

Заведующий кафедрой

доцент, к. с.-х. н.

(ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Г. В. Витко

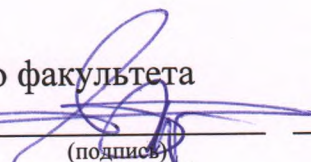
(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан агротехнологического факультета

доцент, к. с.-х. н.

(ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Н. А. Дуктова

(И.О.Фамилия)

# ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ

на 2025 / 2026 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1	Для проведения занятий используется новый источник информации: Системный анализ и основы моделирования экосистем: учебное пособие / М.В. Зильберман. М-во с.-х. РФ. Пермский гос. Агрорно-технолог. Ун-т им.акад. Д.Н. Прянишникова. - Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2024 - 102 с.	Решение кафедры от 25.07.2025 г.

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
селекции и биотехнологии растений

(название кафедры)

(протокол № 12 от 25.07. 2025 г.)

Заведующий кафедрой

канд. с.-х. н., доцент  
(ученая степень, ученое звание)



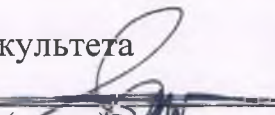
(подпись)

Г.И. Витко  
(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан агротехнологического факультета

канд. с.-х. н., доцент  
(ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Н.А. Дуктова  
(И.О.Фамилия)