

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

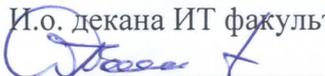
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана ИТ факультета

 Д. Д. Бакайкин

«07» февраля 2018 г.

Кафедра «Тракторы, сельскохозяйственные машины и земледелие»

Рабочая программа дисциплины

Б1.Б.02 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Направление подготовки **35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение**

Программа подготовки **Почвенно-экологический мониторинг**

Уровень высшего образования – **магистратура (академическая)**

Квалификация - **магистр**

Форма обучения – **очная**

Челябинск

2018

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование и проектирование» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 30.03.2015 г. № 316. Рабочая программа предназначена для подготовки магистра по направлению **35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение**, программа подготовки – **Почвенно-экологический мониторинг**.

Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов.

Составитель – кандидат сельскохозяйственных наук Е.С. Иванова

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Тракторы, сельскохозяйственные машины и земледелие»

«01» февраля 2018 г. (протокол № 8).

Зав. кафедрой «Тракторы, сельскохозяйственные машины и земледелие», кандидат техн. наук

 Н. Т. Хлызов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией инженерно-технологического факультета

«07» февраля 2018 г. (протокол № 5).

Председатель методической комиссии инженерно-технологического факультета, кандидат тех. наук, доцент



А. П. Зырянов

Директор Научной библиотеки





Е. Л. Лебедева

СОДЕРЖАНИЕ

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП.....	4
1.1. Цель и задачи дисциплины.....	4
1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций).....	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП.....	5
3. Объём дисциплины и виды учебной работы.....	5
3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы.....	5
3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам.....	6
4. Структура и содержание дисциплины.....	6
4.1. Содержание дисциплины.....	6
4.2. Содержание лекций.....	7
4.3. Содержание лабораторных занятий.....	7
4.4. Содержание практических занятий.....	8
4.5. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся.....	8
4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся.....	8
4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся.....	8
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	9
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	9
7. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины.....	9
8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.....	10
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	11
12. Инновационные формы образовательных технологий.....	11
Приложение. Фонд оценочных средств.....	12
Лист регистрации изменений.....	24

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

1.1. Цель и задачи дисциплины

Магистр по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение должен быть подготовлен к следующим видам деятельности: научно-исследовательской и проектно-технологической.

Цель дисциплины – сформировать у обучающихся знания, умения и навыки в соответствии с формируемыми компетенциями по разработке математических моделей управления воспроизводством плодородия почв, продукционным процессом в агрофитоценозах, оптимизационных моделей для биологических, экологических и технологических объектов, процессов и систем.

Задачи дисциплины:

- знакомство с основными элементами моделирования;
- освоение приемов моделирования;
- приобретение практических навыков построения математических моделей для нужд сельского хозяйства;
- приобретение навыков в интерпретации результатов моделирования в экологии и агрономии.

1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)*	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУН)		
	знания	умения	навыки
ОПК-4 – способностью самостоятельно вести научный поиск в агропочвоведении, агрохимии и агроэкологии и применять научные достижения в аграрном производстве	обучающийся должен знать: роль моделирования в агрономии и экологии, а также модели, их свойства и классификацию (Б1.Б.02 – 3.1)	обучающийся должен уметь: выбирать методы, в том числе и математические, для моделирования и проектирования объектов и систем (Б1.Б.02 – У.1)	обучающийся должен владеть: статистическими методами анализа (Б1.Б.02 – Н.1)
ПК-5 – готовностью представлять результаты в форме отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений	обучающийся должен знать: область применения основных типов моделей (Б1.Б.02 – 3.2)	обучающийся должен уметь: делать адекватные выводы, вытекающие из полученных результатов моделирования и проектирования (Б1.Б.02 – У.2)	обучающийся должен владеть: навыками работы со специальной литературой (Б1.Б.02 – Н.2)
ПК-6 – готовностью применять разнообразные методологические подходы к проектированию агротехнологий и моделированию агроэкосистем, опти-	обучающийся должен знать: принципы и совокупность математических методов, используемых в ходе построения той или иной модели для проектирования систем сель-	обучающийся должен уметь: пользоваться различным инструментарием, в том числе и инструментарием MS Excel, для построения математических	обучающийся должен владеть: навыками практической работы с математическими моделями, в том числе и на компьютере (Б1.Б.02 – Н.3)

мизации почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур	скохозяйственного производства (Б1.Б.02 – 3.3)	(статистических и оптимизационных) моделей (Б1.Б.02 – У.3)	
---	--	--	--

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование и проектирование» относится к базовым дисциплинам Блока 1 (Б1.Б.02) основной профессиональной образовательной программы академической магистратуры по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение, программа подготовки – Почвенно-экологический мониторинг.

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предшествующими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предшествующих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин, практик	Формируемые компетенции		
		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3
Предшествующие дисциплины, практики				
1	-	-	-	-
Последующие дисциплины, практики				
1	Статистический анализ научной информации	–	ПК-5	ПК-5
2	Основы научной работы	–	ПК-5	ПК-5
3	Научно-производственная практика	ОПК-4, ПК-5, ПК-6	ОПК-4, ПК-5, ПК-6	ОПК-4, ПК-5, ПК-6

3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Объём дисциплины составляет 3 зачетные единицы (ЗЕТ), 108 академических часов (далее часов). Дисциплина изучается во 2 семестре.

3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов
Контактная работа (всего)	42
В том числе:	
Лекции (Л)	14
Практические занятия (ПЗ)	28
Самостоятельная работа обучающихся (СР)	66
Контроль	-
Общая трудоемкость	108

3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

№ темы	Наименование раздела и тем	Всего часов	в том числе				Контроль
			контактная работа			СР	
			лекции	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8
Раздел 1. Методологические и теоретические основы моделирования и проектирования							
1.1	Введение в дисциплину. Основные понятия	12	2	–	2	8	х
1.2	Процесс моделирования	16	2	–	4	10	х
Раздел 2. Моделирование плодородия почв и агроэкосистем							
2.1	Моделирование плодородия почв	22	4	–	4	14	х
2.2	Моделирование агроэкосистем	22	4	–	4	14	х
Раздел 3. Оптимизационное моделирование в экологии и агрономии							
3.1	Краткая история научного направления. Основные понятия теории линейного программирования.	12	2	–	2	8	х
3.2	Практическое применение теории линейного программирования	24	–	–	12	12	х
	Контроль	х	х	х	х	х	х
	Итого	108	14	–	28	66	-

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Содержание дисциплины

Раздел 1. Методологические и теоретические основы моделирования и проектирования

Понятие о моделировании и моделях. Предмет и задачи курса. Значение математического моделирования и проектирования для прикладных и естественных наук. Методологические принципы моделирования. Инструментарий математического моделирования. Краткий исторический обзор. Общее понятие модели как субъективного, идеализированного отражения реально существующей действительности. Свойства моделей. Моделирование как этап целенаправленной деятельности. Методы, используемые в моделировании. Классификация моделей. Этапы построения модели. Роль моделей в агрономии и экологии. Принципы моделирования биологических процессов. Экосистемы и агроэкосистемы как объект моделирования. Использование моделей в научных исследованиях и при решении производственных задач.

Раздел 2. Моделирование плодородия почв и агроэкосистем

Анализ свойств почв как объекта моделирования их плодородия. Причинно-следственные связи и зависимости, положенные в основу моделей почвенного плодородия. Зависимость урожая сельскохозяйственных культур от свойств и показателей плодородия почв и их обоснование для включения в модель. Технологические модели плодородия как пример информационных моделей. Экономическая и энергетическая оценка модели управления воспроизводством почвенного плодородия. Моделирование пространственного распределения свойств почвы. Модели государственного гидрологического института.

Первые математические модели в агрономии и экологии. Моделирование в селекции сельскохозяйственных культур. Требование к модели сорта. Моделирование при планировании урожайности культур. Оптимизация модели посева культур для различных условий регионов. Модель агрофитоценоза. Модели систем удобрения и защиты растений, обработки почвы. Использование моделирования в практике регулирования сорного компонента агро-

фитоценозов. Моделирование связи засоренности и продуктивности. Базовая модель технологий производства продукции растениеводства. Моделирование пространственного распределения урожайности, сорняков, вредителей болезней по полю, участку, делянке. Использование математических моделей для экологически безопасного применения пестицидов в севооборотах. Информационное и программное обеспечение математических моделей агроэкосистем. Системы поддержки принятия решений, геоинформационные системы, системы управления баз данными, автоматизированные системы управления.

Раздел 3. Оптимизационное моделирование в экологии и агрономии

Краткая история научного направления. Оптимальное программирование в трудах советских ученых. Развитие оптимального программирования в работах американских ученых. Основные понятия теории линейного программирования. Графическое решение линейной оптимизационной задачи. Ограничения. Допустимые и оптимальные решения. Область допустимых решений. Оптимальное решение. Целевая функция задачи. Критерий оптимальности. Типы ограничений. Техничко-экономические коэффициенты. Переменные величины. Коэффициенты при переменных. Понятие об итерации и итеративных методах. Этапы линейного программирования. Двойственность в линейном программировании. Математическая формулировка задачи линейного программирования. Базовые методы линейного программирования – симплексный и распределительный. Роль симплекс-метода в решении задач планирования и прогнозирования. Понятие об опорном плане. Пошаговое улучшение опорного плана. Симплексная таблица. Использование распределительного метода при решении транспортных задач. Виды математического программирования.

4.2. Содержание лекций

№ п/п	Содержание лекции	Количество часов
1.	<i>Понятие «моделирование» и «модель». Классификация моделей.</i> Понятие о моделях и моделировании. Моделирование как этап целенаправленной деятельности. Классификация моделей. Свойства моделей.	2
2.	<i>Процесс построения модели.</i> Этапы моделирования. Инструментарий математического моделирования и проектирования. Принципы моделирования биологических процессов.	2
3.	<i>Основы моделирование плодородия почв.</i> Анализ свойств почв как объекта моделирования их плодородия. Причинно-следственные связи и зависимости, положенные в основу моделей почвенного плодородия. Моделирование и экспериментальное обоснование оптимальных величин показателей плодородия почвы. Оценка модели управления воспроизводством почвенного плодородия. Модели почвенной эрозии.	4
4.	<i>Основы моделирование агроэкосистем.</i> Моделирование при проектировании технологий управления продукционным процессом агрофитоценозов. Статистические, регрессионные модели агроэкосистем и моделирование по обобщенным агрометеорологическим показателям. Моделирование в селекции сельскохозяйственных культур. Модели систем удобрения и обработки почвы. Использование математических моделей для экологически безопасного применения пестицидов в севооборотах. Информационное обеспечение математических моделей агроэкосистем.	4
5.	<i>Основы оптимизационного моделирования.</i> Краткая история научного направления. Основные понятия теории линейного программирования. Математическая формулировка задачи линейного программирования. Базовые методы линейного программирования. Виды математического программирования.	2
	Итого	14

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.4. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование практических занятий	Количество часов
1.	Основные термины и понятия в моделировании. Классификация моделей.	2
2.	Процесс создания модели. Элементарное применение моделей на практике (экономико-географическое моделирование, биоритмы человека, модель неограниченного роста популяции, модель ограниченного роста популяции).	4
3.	Разработка модели воспроизводства плодородия почв при разной интенсивности их использования	2
4.	Экономическая оценка модели управления почвенным плодородием на примере оценки почв целинных почв и почв оросительной системы	2
5.	Основы программирования урожайности сельскохозяйственных культур	2
6.	Разработка модели сорта различных сельскохозяйственных культур	2
7.	Решение задач оптимизационного программирования: общее представление ЗЛП и принципы ее решения	2
8.	Решение задач оптимизационного программирования с помощью пакета MS EXCEL	4
9.	Разработка и линейная оптимизация плана защиты растений в севообороте	8
	Итого	28

4.5. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
Подготовка к практическим занятиям и к защите практических работ	42
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	24
Итого	66

4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование тем и вопросов	Количество часов
1.	Моделирование как метод научного познания. Общее понятие модели как субъективного, идеализированного отражения реально существующей действительности. Значение математического моделирования для прикладных и естественных наук. Математические модели и их виды.	8
2.	Методологические принципы моделирования. Роль моделей в агрономии и экологии. Экосистемы и агросистемы как объект моделирования. Использование моделей в научных исследованиях и при решении производственных задач.	10

3.	Зависимость урожая сельскохозяйственных культур от свойств и показателей плодородия почв и их обоснование для включения в модель. Технологические модели плодородия как пример информационных моделей. Экономическая и энергетическая оценка модели управления воспроизводством почвенного плодородия. Моделирование пространственного распределения свойств почвы. Модели государственного гидрологического института.	14
4.	Первые математические модели в агрономии и экологии. Требование к модели сорта. Оптимизация модели посева культур для различных условий регионов. Использование моделирования в практике регулирования сорного компонента агрофитоценозов. Моделирование связи засоренности и продуктивности. Базовая модель технологий производства продукции растениеводства. Моделирование пространственного распределения урожайности, сорняков, вредителей болезней по полю, участку, делянке.	14
5.	Оптимальное программирование в трудах советских ученых. Развитие оптимального программирования в работах американских ученых.	8
6.	Графическое решение линейной оптимизационной задачи. Роль симплекс-метода в решении задач планирования и прогнозирования. Понятие об опорном плане. Использование распределительного метода при решении транспортных задач.	12
	Итого	66

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

Математическое моделирование и проектирование [Электронный ресурс] : метод. указания для выполнения самостоятельной работы обучающихся очной и заочной форм обучения по направлениям: 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение; 35.04.04 Агрономия / сост. Е. С. Иванова ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. — Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. — 31 с. : табл. — Библиогр.: с. 29-31 (15 назв.). — 0,2 МВ. — Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tract/81.pdf>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении №1.

7. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины

Основная и дополнительная учебная литература имеется в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

Основная литература:

1. Новоселов, А.Л. Модели и методы принятия решений в природопользовании : учебное пособие / А.Л. Новоселов, И.Ю. Новоселова. М. : Юнити-Дана, 2015. 383 с. [Электронный ресурс] - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115170>

2. Гетманчук, А.В. Экономико-математические методы и модели: Учебное пособие / А.В. Гетманчук, М.М. Ермилов. М. : Дашков и К, 2013. 186 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/93509>

3. Шелехова, Л.В. Методы оптимальных решений [Электронный ресурс] : учеб. пособие. СПб: Лань, 2017. 304. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/91895>

4. Шкляр, М.Ф. Основы научных исследований [Электронный ресурс] : учеб. пособие М.: Дашков и К, 2017. 208 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93545>

Дополнительная литература:

1. Ашманов, С.А. Теория оптимизации в задачах и упражнениях. [Электронный ресурс]: Практикумы, лабораторные работы, сборники задач и упражнений / С.А. Ашманов, А.В. Тимохов. СПб.: Лань, 2012. 448 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3799>

2. Ганичева, А.В. Прикладная статистика: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Ганичева. СПб: Лань, 2017. 172 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91890>.

3. Голубева, Н.В. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс]: учеб. пособие. СПб: Лань, 2016. 192 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76825>

4. Горлач, Б.А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.А. Горлач, В.Г. Шахов. СПб.: Лань, 2016. 292 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/74673>

5. Гусева, Е.Н. Экономико-математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Н. Гусева. М.: Флинта, 2011. 216 с. (Информационные технологии). URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83540>

5. Емельянов, В.В. Теория и практика эволюционного моделирования [Электронный ресурс]: В. Емельянов, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. М.: Физматлит, 2003. 432 с. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82567>

6. Киселева, И.А. Моделирование эколого-экономических систем : учебное пособие / И.А. Киселева. М. : Евразийский открытый институт, 2011. 117 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90417>

Периодические издания:

1 «Наука и жизнь», ежемесячный научно-популярный иллюстрированный журнал широкого профиля, М.: АНО Редакция журнала «Наука и жизнь»;

3 «Сибирский экологический журнал», мультидисциплинарный журнал об экологии, Новосибирск:Издательство Сибирского отделения РАН;

4 «Экология», международный научный журнал, Екатеринбург: Издательство «Наука».

8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://roypragz.pф>

2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

1. Математическое моделирование и проектирование [Электронный ресурс] : метод. указания к практическим работам для обучающихся очной и заочной форм обучения по направлениям: 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение; 35.04.04 Агрономия / сост. Е. С. Иванова ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 90 с. : табл. — 0,9 МВ . Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tract/80.pdf>

2. Разработка и линейная оптимизация плана защиты растений в севообороте [Электронный ресурс] : метод. указания для выполнения лабораторных работ по разделу "Оптимизационное моделирование в экологии и агрономии" по дисциплине "Моделирование процессов и систем в растениеводстве" [для студентов агрономического факультета обучающихся по направлению 35.03.03 "Агрохимия и агропочвоведение" по очной форме обучения] / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроэкологии ; сост.: А. Э. Панфилов, Е. С. Иванова. - Миасское: Южно-Уральский ГАУ, 2017. - 24 с. : ил., табл. Доступ из локальной сети: <http://192.168.2.40/Books/keaz065.pdf>; <http://188.43.29.221:8080/webdocs/iae/keaz065.pdf>

3. Математическое моделирование и проектирование [Электронный ресурс] : метод. указания для выполнения самостоятельной работы обучающихся очной и заочной форм обучения по направлениям: 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение; 35.04.04 Агрономия / сост. Е. С. Иванова ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. — Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. — 31 с. : табл. — Библиогр.: с. 29-31 (15 назв.). — 0,2 МВ. — Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tract/81.pdf>

10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1 Программное обеспечение: MS Windows, Microsoft Office 2010 (Microsoft Word, Microsoft Excel)

В Научной библиотеке с терминальных станций предоставляется доступ к базам данных:

Информационная справочная система «Техэксперт» (информационно-справочная система ГОСТов): <http://www.cntd.ru/>

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Перечень учебных лабораторий, аудиторий, компьютерных классов

1. Аудитория 207 – класс практических и лекционных занятий;
2. Аудитория 303 – класс самостоятельной работы обучающихся.

Перечень основного учебно-лабораторного оборудования

Не предусмотрено

Инновационные формы образовательных технологий

Вид Формы работы	Лекции	ПЗ
Работа в малых группах	–	+

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации
обучающихся по дисциплине

Б1.Б.02 «Математическое моделирование и проектирование»

Направление подготовки **35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение**

Программа подготовки **Почвенно-экологический мониторинг**

Уровень высшего образования – **магистратура (академическая)**

Форма обучения – **очная**

Челябинск
2018

СОДЕРЖАНИЕ

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП	14
2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций.....	15
3. Типовые контрольные задания и(или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций в процессе освоения ОПОП.....	17
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций.....	17
4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости.....	17
4.1.1.. Устный ответ на практическом занятии.....	17
4.1.2. Отчет по практической работе.....	18
4.1.3. Тестирование.....	19
4.1.4 Работа в малых группах	19
4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации..	20
4.2.1. Зачет.....	20
4.2.2. Экзамен.....	22
4.2.3. Курсовой проект/курсовая работа.....	23

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП

Компетенции по данной дисциплине формируются на базовом этапе.

Контролируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)*	Контролируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ОПК-4 – способностью самостоятельно вести научный поиск в агропочвоведении, агрохимии и агроэкологии и применять научные достижения в аграрном производстве	обучающийся должен знать: роль моделирования в агрономии и экологии, а также модели, их свойства и классификацию (Б1.Б.02 – 3.1)	обучающийся должен уметь: выбирать методы, в том числе и математические, для моделирования и проектирования объектов и систем (Б1.Б.02 – У.1)	обучающийся должен владеть: статистическими методами анализа (Б1.Б.02 – Н.1)
ПК-5 – готовностью представлять результаты в форме отчетов, рефератов, публикаций и публичных обсуждений	обучающийся должен знать: область применения основных типов моделей (Б1.Б.02 – 3.2)	обучающийся должен уметь: делать адекватные выводы, вытекающие из полученных результатов моделирования и проектирования (Б1.Б.02 – У.2)	обучающийся должен владеть: навыками работы со специальной литературой (Б1.Б.02 – Н.2)
ПК-6 – готовностью применять разнообразные методологические подходы к проектированию агротехнологий и моделированию агроэкосистем, оптимизации почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур	обучающийся должен знать: принципы и совокупность математических методов, используемых в ходе построения той или иной модели для проектирования систем сельскохозяйственного производства (Б1.Б.02 – 3.3)	обучающийся должен уметь: пользоваться различным инструментарием, в том числе и инструментарием MS Excel, для построения математических (статистических и оптимизационных) моделей (Б1.Б.02 – У.3)	обучающийся должен владеть: навыками практической работы с математическими моделями, в том числе и на компьютере (Б1.Б.02 – Н.3)

2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.Б.02 – 3.1	Обучающийся не знает роли моделирования в агрономии и экологии, а также модели, их свойства и классификацию	Обучающийся слабо знает роль моделирования в агрономии и экологии, а также модели, их свойства и классификацию	Обучающийся знает роль моделирования в агрономии и экологии, а также модели, их свойства и классификацию с незначительными ошибками и отдельными пробелами	Обучающийся знает роль моделирования в агрономии и экологии, а также модели, их свойства и классификацию с требуемой степенью полноты и точности
Б1.Б.02 – 3.2	Обучающийся не знает область применения основных типов моделей	Обучающийся слабо знает область применения основных типов моделей	Обучающийся знает область применения основных типов моделей с незначительными ошибками и отдельными пробелами	Обучающийся знает область применения основных типов моделей с требуемой степенью полноты и точности
Б1.Б.02 – 3.3	Обучающийся не знает принципы и совокупность математических методов, используемых в ходе построения той или иной модели для проектирования систем сельскохозяйственного производства	Обучающийся слабо знает принципы и совокупность математических методов, используемых в ходе построения той или иной модели для проектирования систем сельскохозяйственного производства	Обучающийся знает принципы и совокупность математических методов, используемых в ходе построения той или иной модели для проектирования систем сельскохозяйственного производства с незначительными ошибками и отдельными пробелами	Обучающийся знает принципы и совокупность математических методов, используемых в ходе построения той или иной модели для проектирования систем сельскохозяйственного производства с требуемой степенью полноты и точности
Б1.Б.02 – У.1	Обучающийся не умеет выбирать методы, в том числе и математические, для моделирования и проектирования объектов и систем	Обучающийся слабо умеет выбирать методы, в том числе и математические, для моделирования и проектирования объектов и систем	Обучающийся умеет выбирать методы, в том числе и математические, для моделирования и проектирования объектов и систем с незначительными затруднениями	Обучающийся умеет выбирать методы, в том числе и математические, для моделирования и проектирования объектов и систем

Б1.Б.02 – У.2	Обучающийся не умеет делать адекватные выводы, вытекающие из полученных результатов моделирования и проектирования	Обучающийся слабо умеет делать адекватные выводы, вытекающие из полученных результатов моделирования и проектирования	Обучающийся умеет делать адекватные выводы, вытекающие из полученных результатов моделирования и проектирования с незначительными затруднениями	Обучающийся умеет делать адекватные выводы, вытекающие из полученных результатов моделирования и проектирования
Б1.Б.02 – У.3	Обучающийся не умеет пользоваться различным инструментарием, в том числе и инструментарием MS Excel, для построения математических (статистических и оптимизационных) моделей	Обучающийся слабо умеет пользоваться различным инструментарием, в том числе и инструментарием MS Excel, для построения математических (статистических и оптимизационных) моделей	Обучающийся умеет пользоваться различным инструментарием, в том числе и инструментарием MS Excel, для построения математических (статистических и оптимизационных) моделей с незначительными затруднениями	Обучающийся умеет пользоваться различным инструментарием, в том числе и инструментарием MS Excel, для построения математических (статистических и оптимизационных) моделей
Б1.Б.02 – Н.1	Обучающийся не владеет статистическими методами анализа	Обучающийся слабо владеет статистическими методами анализа	Обучающийся владеет статистическими методами анализа с небольшими затруднениями	Обучающийся свободно владеет статистическими методами анализа
Б1.Б.02 – Н.2	Обучающийся не владеет навыками работы со специальной литературой	Обучающийся слабо владеет навыками работы со специальной литературой	Обучающийся владеет навыками работы со специальной литературой с небольшими затруднениями	Обучающийся свободно владеет навыками работы со специальной литературой
Б1.Б.02 – Н.3	Обучающийся не владеет навыками практической работы с математическими моделями, в том числе и на компьютере	Обучающийся слабо владеет навыками практической работы с математическими моделями, в том числе и на компьютере	Обучающийся владеет навыками практической работы с математическими моделями, в том числе и на компьютере с небольшими затруднениями	Обучающийся свободно владеет навыками практической работы с математическими моделями, в том числе и на компьютере

3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап формирования компетенций в процессе освоения ОПОП

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих базовый этап формирования компетенций в процессе освоения ОПОП, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже.

1. Математическое моделирование и проектирование [Электронный ресурс] : метод. указания к практическим работам для обучающихся очной и заочной форм обучения по направлениям: 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение; 35.04.04 Агрономия / сост. Е. С. Иванова ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 90 с. : табл. — 0,9 МВ . Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tract/80.pdf>

2. Разработка и линейная оптимизация плана защиты растений в севообороте [Электронный ресурс] : метод. указания для выполнения лабораторных работ по разделу "Оптимизационное моделирование в экологии и агрономии" по дисциплине "Моделирование процессов и систем в растениеводстве" [для студентов агрономического факультета обучающихся по направлению 35.03.03 "Агрохимия и агропочвоведение" по очной форме обучения] / Южно-Уральский ГАУ, Институт агроэкологии ; сост.: А. Э. Панфилов, Е. С. Иванова. - Миасское: Южно-Уральский ГАУ, 2017. - 24 с. : ил., табл. Доступ из локальной сети: <http://192.168.2.40/Books/keaz065.pdf>; <http://188.43.29.221:8080/webdocs/iae/keaz065.pdf>

3. Математическое моделирование и проектирование [Электронный ресурс] : метод. указания для выполнения самостоятельной работы обучающихся очной и заочной форм обучения по направлениям: 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение; 35.04.04 Агрономия / сост. Е. С. Иванова ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 31 с. : табл. — Библиогр.: с. 29-31 (15 назв.) .— 0,2 МВ .—Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tract/81.pdf>

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап формирования компетенций

В данном разделе методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и(или) опыта деятельности, характеризующих базовый этап формирования компетенций по дисциплине «Математическое моделирование и проектирование», приведены применительно к каждому из используемых видов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости

4.1.1. Устный ответ на практическом занятии

Устный ответ на практическом занятии используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным вопросам и темам дисциплины. Темы и планы занятий заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценки ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после устного ответа.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	- обучающийся полно усвоил учебный материал; - проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления

	<p>ния и восприятия информации, навыки описания основных физических законов, явлений и процессов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология; - показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; - продемонстрировано умение решать задачи; - могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.
Оценка 4 (хорошо)	<p>ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> - в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа; - в решении задач допущены незначительные неточности.
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> - неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; - имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании физических законов, явлений и процессов, решении задач, исправленные после нескольких наводящих вопросов; - неполное знание теоретического материала; обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> - не раскрыто основное содержание учебного материала; - обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; - допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании физических законов, явлений и процессов, решении задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.

4.1.2. Отчет по практической работе

Отчет по практической работе используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам дисциплины. Содержание и форма отчета по практическим работам приводится в методических указаниях к практическим работам (п. 3 ФОС). Содержание отчета и критерии оценки отчета (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Отчет оценивается оценкой «зачтено», «не зачтено». Оценка «зачтено» ставится обучающимся, уровень ЗУН которых соответствует критериям, установленным для положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»). Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после сдачи отчета.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - изложение материала логично, грамотно; - свободное владение терминологией; - умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы; - умение описывать изучаемые явления и процессы; - умение проводить и оценивать результаты измерений; - способность разрешать конкретные ситуации (допускается наличие мало-значительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержания вопроса или погрешность непринципиального характера в ответе на вопросы).

Оценка «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> - отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и описании изучаемых явлений и процессов, искажен их смысл, не правильно оцениваются результаты измерений; - незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.
------------------------	---

4.1.3. Тестирование

Тестирование используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам или разделам дисциплины. Тест представляет собой комплекс стандартизированных заданий, позволяющий упростить процедуру измерения знаний и умений обучающихся. Обучающимся выдаются тестовые задания с формулировкой вопросов и предложением выбрать один правильный ответ из нескольких вариантов ответов. По результатам теста обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся до начала тестирования. Результат тестирования объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи.

Шкала	Критерии оценивания (% правильных ответов)
Оценка 5 (отлично)	80-100
Оценка 4 (хорошо)	70-79
Оценка 3 (удовлетворительно)	50-69
Оценка 2 (неудовлетворительно)	менее 50

Тестовые задания изложены в методических указаниях:

Математическое моделирование и проектирование [Электронный ресурс] : метод. указания для выполнения самостоятельной работы обучающихся очной и заочной форм обучения по направлениям: 35.04.03 Агрехимия и агропочвоведение; 35.04.04 Агрономия / сост. Е. С. Иванова ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 31 с. : табл. — Библиогр.: с. 29-31 (15 назв.) .— 0,2 МВ .—Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tract/81.pdf>

4.1.4. Работа в малых группах

Работа в малых группах – метод интерактивного обучения, позволяющий обучающимся участвовать в коллективной работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение выслушивать мнение других и вырабатывать общее решение, разрешать возникающее разногласие и т.д.).

Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссионного решения, аналитические способности.

Малые группы более эффективны, так как быстрее поддаются организации, быстрее работают и предоставляют каждому студенту больше возможностей внести в работу свой вклад.

Учебная группа разбивается преподавателем на 2-3 малых группы (в зависимости от общего количества обучающихся в группе). Далее он выдает для каждой группы конкретное задание. Затем обучающиеся самостоятельно изучают теоретический материал по теме задания (понятия и определения, методика выполнения, изучение конструкции и принципа действия используемого приборов, оборудования) и подготавливают в тетради необходимые бланки для внесения в них результатов измерений, аналитических, статистических данных и т.д.

Перед практическим выполнением задания обучающиеся самостоятельно распределяют между собой роли, которые могут быть следующие:

- исполнитель (выполняет подготовку оборудования к работе, измерение и т.д.);
- регистратор (записывает результат измерений, расчета и т.д.);
- хронометрист (следит за временем выполнения задания);
- докладчик (докладывает результат работы всей подгруппе);
- и другие.

После распределения ролей обучающиеся самостоятельно выполняют задание под контролем преподавателя.

Примеры заданий:

1. Экономико-географическое моделирование при размещении сельскохозяйственного производства на территории РФ;
2. Разработка модели воспроизводства плодородия при разной интенсивности их использования;
3. Программирование урожайности сельскохозяйственных культур;
4. Применение оптимизационного программирования в сельском хозяйстве.

Шкала и критерии оценивания работы обучающихся представлены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	знание теоретического материала темы задания (понятия и определения, методика выполнения, конструкции и принципа действия используемого приборов, оборудования), получены достоверные измерительные данные с отклонением не более 5 % от действительных значений, полученный материал оформлен в виде протокола. Сформулированы основные выводы по полученным данным.
Оценка «не зачтено»	пробелы в знаниях материала по теме задания, принципиальные ошибки, полученные при его выполнении.

4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

4.2.1. Зачет

Зачет является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам зачета обучающемуся выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Зачет проводится по окончании чтения лекций и выполнения лабораторных занятий. Зачетным является последнее занятие по дисциплине. Зачет принимается преподавателями, проводившими лабораторные занятия, или читающими лекции по данной дисциплине. В случае отсутствия ведущего преподавателя зачет принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой. С разрешения заведующего кафедрой на зачете может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме зачета.

Присутствие на зачете преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.

Зачет проводится в форме устного опроса, информация о форме проведения зачета доводится до сведения обучающихся в начале семестра.

Для проведения зачета ведущий преподаватель накануне получает в деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения зачета или утром следующего дня.

Обучающиеся при явке на зачет обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют преподавателю.

Во время зачета обучающиеся могут пользоваться с разрешения ведущего преподавателя справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа в устной форме при сдаче зачета должно составлять не менее 20 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа - не более 10 минут.

Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины.

Качественная оценка «зачтено», внесенная в зачетную книжку и зачетно-экзаменационную ведомость, является результатом успешного усвоения учебного материала.

Результат зачета в зачетную книжку выставляется в день проведения зачета в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

Если обучающийся явился на зачет и отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в зачетно-экзаменационную ведомость ему выставляется оценка «не зачтено».

Неявка на зачет отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время зачета запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «не зачтено».

Обучающимся, не сдавшим зачет в установленные сроки по уважительной причине, индивидуальные сроки проведения зачета определяются приказом ректора Университета.

Обучающиеся, имеющие академическую задолженность, сдают зачет в сроки, определяемые Университетом. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Допускается с разрешения деканата и досрочная сдача зачета с записью результатов в экзаменационный лист.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья могут сдавать зачеты в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ (ЮУрГАУ-П-02-66/02-16 от 26.10.2016 г.).

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержания вопроса, или погрешность не принципиального характера в ответе на вопросы). Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие показатели в ходе проведения текущего контроля и систематическая активная работа на учебных занятиях.
Оценка «не зачтено»	пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы.

Вопросы к зачету

- 1 Определение понятий «модель» и «моделирование».
- 2 Функции моделей в современной науке и практике.
- 3 Основные свойства любой модели.
- 4 Моделирование как этап целенаправленной деятельности.
- 5 Основные этапы моделирования.
- 6 Актуальные вопросы моделирования, отраженные в современной отечественной литературе.
- 7 Актуальные вопросы моделирования, отраженные в современной зарубежной литературе.
- 8 Инструментарий моделирования. Общая характеристика работы в MS Excel.
- 9 Классификация моделей по отрасли знаний, по области применения, по учету временного фактора.
- 10 Классификация моделей по способу их представления. Примеры.
- 11 Динамические и статические модели. Определения. Основные понятия. Значение. Примеры.
- 12 Основы математического моделирования.
- 13 Математические модели и их виды. Примеры.
- 14 Компьютерные модели. Определения. Основные понятия. Значение. Примеры.
- 15 Значение математического моделирования для прикладных и естественных наук.
- 16 Законы агрономии и экологии, применяемые при освоении дисциплины «Математическое моделирование и проектирование»
- 17 Виды моделей, используемых в агрономии.
- 18 Основные статистические модели в агрономии. Краткая характеристика. Принципы использования.
- 19 Принципы опытного дела в агрономии. Краткая характеристика основным методов исследования в агрономических науках.
- 20 Почва как объект моделирования и проектирования ее плодородия.
- 21 Принципы проектирования оптимизации почвенных условий.
- 22 Моделирование и экспериментальное обоснование оптимальных величин показателей плодородия почвы.
- 23 Причинно-следственные связи и зависимости, положенные в основу моделей почвенного плодородия.
- 24 Зависимость урожая сельскохозяйственных культур от свойств и показателей плодородия почв и их обоснование для включения в модель.
- 25 Технологические модели плодородия как пример информационных моделей.
- 26 Типовые модели, используемые при моделировании и проектировании свойств почвы.
- 27 Динамические модели накопления и распада пестицидов в почве.
- 28 Принципы проектирования систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур.
- 29 Модели почвенной эрозии.
- 30 Модели государственного гидрологического института.
- 31 Историческая справка становления моделирования в биологических науках
- 32 Общие принципы моделирования экосистем и агроэкосистем.
- 33 Агроэкосистемы как объекты моделирования и проектирования
- 34 Модели роста популяций.
- 35 Моделирование в селекции сельскохозяйственных культур.
- 36 Моделирование при планировании урожайности культур.
- 37 Использование моделей при разработке проектов технологий производства растительной продукции. Принципы проектирования агротехнологий.

- 38 Базовая модель технологий производства продукции растениеводства.
- 39 Информационное и программное обеспечение математических моделей агро-экосистем.
- 40 Оптимизационные модели. Определения. Значение. Примеры.
- 41 Краткий исторический очерк о становлении линейного программирования.
- 42 Роль отечественных ученых в развитии оптимизационного моделирования.
- 43 Роль зарубежных ученых в развитии оптимизационного моделирования.
- 44 Основные понятия и принципы оптимизационного моделирования
- 45 Типы задач оптимизационного моделирования
- 46 Базовые методы линейного программирования – симплексный и распределительный.

4.2.2. Экзамен

Не предусмотрен учебным планом

4.2.3. Курсовая работа/курсовой проект

Не предусмотрено учебным планом

