



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Биолого-почвенный факультет

Кафедра почвоведения и оценки земельных ресурсов



УТВЕРЖДАЮ

Декан биолого-почвенного факультета
А.Н.Матвеев

« 20 » май 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: **Б1.В.09 «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ»**

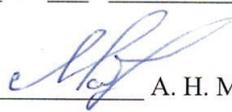
Направление подготовки: 06.04.02 «Почвоведение»

Направленность (профиль) подготовки: Земельный кадастр и экспертиза почв

Квалификация выпускника: Магистр

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного
факультета
Протокол № 6 от «16» май 2022 г.

Председатель  А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой:
Протокол № 8

От «24» апреля 2022 г.

Зав. кафедрой  Н.И. Гранина

Иркутск 2022 г.

Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины	3
IV. Содержание и структура дисциплины	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	7
4.3 Содержание учебного материала	7
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	7
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	7
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	9
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	9
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	10
а) перечень литературы	10
б) базы данных, поисково-справочные и информационные системы.....	10
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	11
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	11
6.2. Программное обеспечение	12
6.3. Технические и электронные средства обучения	12
VII. Образовательные технологии	12
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	13

I. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель курса – формирование представления о математических моделях управления воспроизводством плодородия почв, продукционным процессом в агрофитоценозах, оптимизационных моделей для биологических и технологических объектов, процессов и систем, применения навыков математического моделирования при программировании урожая полевых культур для различных уровней агротехнологий.

Задачи курса: знакомство с основными элементами моделирования; освоение приемов моделирования; изучение теоретических основ и методологических приемов моделирования в сфере агротехнологий; освоение методик разработки моделей плодородия почв и оптимизации его воспроизводства; формирование навыков разработки моделей управления урожаем сельскохозяйственных культур; приобретение практических навыков построения математических моделей для нужд сельского хозяйства.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование и прогнозирование плодородия почв» относится к блоку 1 «Дисциплины» части, формируемой участниками образовательных отношений по учебному плану направления подготовки 06.04.02 «Почвоведение» программа «Земельный кадастр и экспертиза почв», изучается в 3 семестре.

Базируется на знаниях, умениях, навыках, полученных студентами при изучении дисциплин на предыдущих курсах и семестрах: «Агроэкологическая оценка земель», «Государственный мониторинг земель», «Экологическое нормирование, паспортизация и сертификация почв», «Устойчивость почв к техногенным нагрузкам», «Рациональное землепользование и плодородие почв», «Оценка воздействия на окружающую среду», «Геохимия ландшафтов», «Нормативно-методические требования к полевым исследованиям почв».

Знания, умения и навыки, полученные при прохождении дисциплины, будут использованы в процессе освоения базовых, вариативных дисциплин: «Государственный земельный контроль», «Приемы и методы научного исследования», «Генезис и эволюция почв», «Информационные технологии в почвоведении».

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенции в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 06.04.02 «Почвоведение» программа «Земельный кадастр и экспертиза почв»:

ПК-2: Способен организовывать и проводить исследования в области экологического состояния почв, управления плодородием почв и земель; выполнять анализ и обработку результатов исследований, составлять отчеты.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-2 Способен организовывать и проводить исследования в области экологического состояния почв,	<i>ИДК ПК 2.1</i> Оценивает и проводит учет почв и земель естественных экосистем и агроландшафтов, анализирует антропогенное воздействие на	Знать: роль моделирования в системе агрономических знаний, классификацию и свойства моделей, принципы и этапы математического моделирования; модели управления почвенным плодородием земель сельскохозяйственного назначения. Уметь: уметь пользоваться различным

<p>управления плодородием почв и земель; выполнять анализ и обработку результатов исследований, составлять отчеты.</p>	<p>окружающую среду; обосновывает необходимые мелиоративные и другие мероприятия по восстановлению деградированных земель.</p>	<p>инструментарием для построения математических (статистических и оптимизационных) моделей. Владеть: статистическими и математическими методами анализа данных, полученных в результате моделирования и проектирования.</p>
	<p><i>ИДК ПК 2.2</i> Обосновывает выбор методов исследования, применяет методы математического моделирования для прогнозирования плодородия почв. Владеет нормативно-методической базой для исследований почв.</p>	<p>Знать: модели сорта, планирования урожая, посева сельскохозяйственных культур, агрофитоценоза, базовых технологий производства растительной продукции. Уметь: ориентироваться в современных методах исследования, разрабатывать модели и проекты агротехнологий на различную продуктивность сельскохозяйственных культур. Владеть: навыками применения методов математического моделирования для анализа конкретных агротехнологических процессов.</p>

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часа.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 36 часа.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоят ельная работа		
					Лекци я	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консульта- ция			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Раздел 1. Методологические и теоретические основы моделирования	3								
2	Тема 1. Понятие о моделировании и моделях. Предмет и задачи курса. Значение математического моделирования и проектирования для прикладных и естественных наук.	3	8	-	1	1	-	6	Тестирование, устный опрос, доклад-презентация	
3	Тема 2. Методологические принципы моделирования. Инструментарий математического моделирования. Краткий исторический обзор.	3	8	-	1	1	-	6	Тестирование, устный опрос, доклад-презентация	
4	Тема 3. Общее понятие модели как субъективного, идеализированного отражения реально существующей действительности. Свойства моделей.	3	8	-	1	1	-	6	Тестирование, устный опрос, доклад-презентация	
5	Тема 4. Моделирование как этап целенаправленной деятельности. Методы, используемые в моделировании.	3	8	-	1	1	-	6	Тестирование, устный опрос, доклад-презентация	
6	Тема 5. Классификация моделей. Этапы построения	3	10	-	2	2		6	Тестирование, устный	

	модели. Роль моделей в агрономии.								опрос, доклад-презентация
7	Тема 6. Агросистемы как объект моделирования. Использование моделей в научных исследованиях и при решении производственных задач.	3	10	-	2	2	-	6	Тестирование, устный опрос, доклад-презентация
8	Раздел 2. Моделирование плодородия почв и агроэкосистем.								
9	Тема 7. Анализ свойств почв как объекта моделирования их плодородия. Причинно-следственные связи и зависимости, положенные в основу моделей почвенного плодородия.	3	10	-	2	2	-	6	Тестирование, устный опрос, доклад-презентация
10	Тема 8. Зависимость урожая сельскохозяйственных культур от свойств и показателей плодородия почв и их обоснование для включения в модель.	3	10	-	2	2	-	6	Тестирование, устный опрос, доклад-презентация
11	Тема 9. Технологические модели плодородия как пример информационных моделей. Экономическая и энергетическая оценка модели управления воспроизводством почвенного плодородия.	3	10	-	2	2	-	6	Тестирование, устный опрос, доклад-презентация
12	Тема 10. Моделирование пространственного распределения свойств почвы. Моделирование при планировании урожайности культур. Оптимизация модели посева культур для различных условий регионов.	3	7	-	2	2	-	3	Тестирование, устный опрос, доклад-презентация
13	Тема 11. Информационное обеспечение математических моделей агроэкосистем. Системы поддержки принятия решений, геоинформационные системы, системы управления баз данными, автоматизированные системы управления.	3	7	-	2	2	-	3	Тестирование, устный опрос, доклад-презентация
	Итого		96		18	18		60	

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Раздел 1. Методологические и теоретические основы моделирования					

Семе стр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Тема 1. Понятие о моделировании и моделях. Предмет и задачи курса. Значение математического моделирования и проектирования для прикладных и естественных наук.	Подготовка к тестированию, докладу-презентации и экзамену с использованием списка рекомендуемой литературы и достоверных источников из сети Интернет	1-2 неделя	6	Тестирование	См. п. V
1	Тема 2. Методологические принципы моделирования. Инструментарий математического моделирования. Краткий исторический обзор.	Подготовка к тестированию, докладу-презентации и экзамену с использованием списка рекомендуемой литературы и достоверных источников из сети Интернет	3-4 неделя	6	Тестирование	См. п. V
1	Тема 3. Общее понятие модели как субъективного, идеализированного отражения реально существующей действительности. Свойства моделей.	Подготовка к тестированию, докладу-презентации и экзамену с использованием списка рекомендуемой литературы и достоверных источников из сети Интернет	5-6 неделя	6	Тестирование	См. п. V
1	Тема 4. Моделирование как этап целенаправленной деятельности. Методы, используемые в моделировании.	Подготовка к тестированию, докладу-презентации и экзамену с использованием списка рекомендуемой литературы и достоверных источников из сети Интернет	7-8 неделя	6	Тестирование	См. п. V
1	Тема 5. Классификация моделей. Этапы построения модели. Роль моделей в агрономии.	Подготовка к тестированию, докладу-презентации и экзамену с использованием списка рекомендуемой литературы и достоверных источников из сети Интернет	9-10 неделя	6	Тестирование	См. п. V
1	Тема 6. Агросистемы как объект моделирования. Использование моделей в научных исследованиях и при решении производственных задач.	Подготовка к тестированию, докладу-презентации и экзамену с использованием списка рекомендуемой литературы и достоверных источников из сети Интернет	11-12 неделя	6	Тестирование	См. п. V
1	Раздел 2. Моделирование плодородия почв и агроэкосистем.					
1	Тема 7. Анализ свойств почв как объекта моделирования их плодородия. Причинно-следственные связи и зависимости, положенные в основу моделей почвенного плодородия.	Подготовка к тестированию, докладу-презентации и экзамену с использованием списка рекомендуемой литературы и достоверных источников из сети Интернет	13 неделя	6	Тестирование	См. п. V

Семе стр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
1	Тема 8. Зависимость урожая сельскохозяйственных культур от свойств и показателей плодородия почв и их обоснование для включения в модель.	Подготовка к тестированию, докладу-презентации и экзамену с использованием списка рекомендуемой литературы и достоверных источников из сети Интернет	14 неделя	6	Тестирование	См. п. V
1	Тема 9. Технологические модели плодородия как пример информационных моделей. Экономическая и энергетическая оценка модели управления воспроизводством почвенного плодородия.	Подготовка к тестированию, докладу-презентации и экзамену с использованием списка рекомендуемой литературы и достоверных источников из сети Интернет	15 неделя	6	Тестирование	См. п. V
1	Тема 10. Моделирование пространственного распределения свойств почвы. Моделирование при планировании урожайности культур. Оптимизация модели посева культур для различных условий регионов.	Подготовка к тестированию, докладу-презентации и экзамену с использованием списка рекомендуемой литературы и достоверных источников из сети Интернет	16 неделя	3	Тестирование	См. п. V
1	Тема 11. Информационное обеспечение математических моделей агроэкосистем. Системы поддержки принятия решений, геоинформационные системы, системы управления баз данными, автоматизированные системы управления.	Подготовка к тестированию, докладу-презентации и экзамену с использованием списка рекомендуемой литературы и достоверных источников из сети Интернет	17-18 неделя	3	Тестирование	См. п. V
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 60						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) – 60						

4.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Методологические и теоретические основы моделирования

Тема 1. Понятие о моделировании и моделях. Предмет и задачи курса. Значение математического моделирования и проектирования для прикладных и естественных наук.

Тема 2. Методологические принципы моделирования. Инструментарий математического моделирования. Краткий исторический обзор.

Тема 3. Общее понятие модели как субъективного, идеализированного отражения реально существующей действительности. Свойства моделей.

Тема 4. Моделирование как этап целенаправленной деятельности. Методы, используемые в моделировании.

Тема 5. Классификация моделей. Этапы построения модели. Роль моделей в агрономии.

Тема 6. Агросистемы как объект моделирования. Использование моделей в научных исследованиях и при решении производственных задач.

Раздел 2. Моделирование плодородия почв и агроэкосистем

Тема 7. Анализ свойств почв как объекта моделирования их плодородия. Причинно-следственные связи и зависимости, положенные в основу моделей почвенного плодородия.

Тема 8. Зависимость урожая сельскохозяйственных культур от свойств и показателей плодородия почв и их обоснование для включения в модель.

Тема 9. Технологические модели плодородия как пример информационных моделей. Экономическая и энергетическая оценка модели управления воспроизводством почвенного плодородия.

Тема 10. Моделирование пространственного распределения свойств почвы. Моделирование при планировании урожайности культур. Оптимизация модели посева культур для различных условий регионов.

Тема 11. Информационное обеспечение математических моделей агроэкосистем. Системы поддержки принятия решений, геоинформационные системы, системы управления базами данных, автоматизированные системы управления.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)		Оценочные средства	Формируемые компетенции
			Всего часов	Из них практическая подготовка		
1	Раздел 1. Методологические и теоретические основы моделирования					
2		Тема 1. Понятие о моделировании и моделях. Предмет и задачи курса. Значение математического моделирования и проектирования для	1		Устный опрос, доклад-презентация	ПК-2 ИДК _{ПК2.1}

		прикладных и естественных наук.				
3		Тема 2. Методологические принципы моделирования. Инструментарий математического моделирования. Краткий исторический обзор.	1		Устный опрос, доклад-презентация	ПК-2 ИДК _{ПК2.2}
4		Тема 3. Общее понятие модели как субъективного, идеализированного отражения реально существующей действительности. Свойства моделей.	1		Устный опрос, доклад-презентация	ПК-2 ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2}
5		Тема 4. Моделирование как этап целенаправленной деятельности. Методы, используемые в моделировании.	1		Устный опрос, доклад-презентация	ПК-2 ИДК _{ПК2.1}
6		Тема 5. Классификация моделей. Этапы построения модели. Роль моделей в агрономии.	2		Устный опрос, доклад-презентация	ПК-2 ИДК _{ПК2.2}
7		Тема 6. Агросистемы как объект моделирования. Использование моделей в научных исследованиях и при решении производственных задач.	2		Устный опрос, доклад-презентация	ПК-2 ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2}
8	Раздел 2. Моделирование плодородия почв и агроэкосистем.					
9		Тема 7. Анализ свойств почв как объекта моделирования их плодородия. Причинно-следственные связи и зависимости, положенные в основу моделей почвенного плодородия.	2		Устный опрос, доклад-презентация	ПК-2 ИДК _{ПК2.1}
10		Тема 8. Зависимость урожая сельскохозяйственных культур от свойств и показателей плодородия почв и их обоснование для включения в модель.	2		Устный опрос, доклад-презентация	ПК-2 ИДК _{ПК2.2}
11		Тема 9. Технологические модели плодородия как пример информационных моделей. Экономическая и энергетическая оценка модели управления воспроизводством почвенного плодородия.	2		Устный опрос, доклад-презентация	ПК-2 ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2}
12		Тема 10. Моделирование пространственного распределения свойств почвы. Моделирование при планировании урожайности	2		Устный опрос, доклад-презентация	ПК-2 ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2}

		культур. Оптимизация модели посева культур для различных условий регионов.				
13		Тема 11. Информационное обеспечение математических моделей агроэкосистем. Системы поддержки принятия решений, геоинформационные системы, системы управления баз данными, автоматизированные системы управления.	2		Устный опрос, доклад-презентация	ПК-2 ИДК _{ПК2.1} ИДК _{ПК2.2}

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

Вопросы для самостоятельной работы

1. Понятие о моделировании и моделях.
2. Значение математического моделирования и проектирования для прикладных и естественных наук.
3. Методологические принципы моделирования.
4. Инструментарий математического моделирования.
5. Общее понятие модели как субъективного, идеализированного отражения реально существующей действительности.
6. Свойства моделей.
7. Моделирование как этап целенаправленной деятельности.
8. Методы, используемые в моделировании.
9. Классификация моделей.
10. Этапы построения модели.
11. Роль моделей в агрономии.
12. Агросистемы как объект моделирования.
13. Использование моделей в научных исследованиях и при решении производственных задач.
14. Анализ свойств почв как объекта моделирования их плодородия.
15. Причинноследственные связи и зависимости, положенные в основу моделей почвенного плодородия.
16. Зависимость урожая сельскохозяйственных культур от свойств и показателей плодородия почв и их обоснование для включения в модель.
17. Технологические модели плодородия как пример информационных моделей.
18. Экономическая и энергетическая оценка модели управления воспроизводством почвенного плодородия.
19. Моделирование пространственного распределения свойств почвы.
20. Моделирование при планировании урожайности культур.
21. Оптимизация модели посева культур для различных условий регионов.
22. Информационное обеспечение математических моделей агроэкосистем.
23. Системы поддержки принятия решений, геоинформационные системы, системы управления баз данными, автоматизированные системы управления.

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа в рамках курса предполагает следующие действия: просмотр лекционного материала; знакомство с дополнительной литературой или информацией с Интернет-источников по данной теме; выполнение предложенного преподавателем задания, обсуждение темы работы на лабораторных занятиях, если это предусмотрено планом.

Виды самостоятельной работы: тестирование, подготовка к докладу-презентации, экзамену

Максимальное количество баллов за коллоквиум – 40 баллов

За выполнение контрольной работы – 10 баллов.

Требования к тестированию

Тестирование по дисциплине проводится в конце семестра, с применением образовательного портала ИГУ – Educa. Максимальное количество баллов – 40 баллов. Пример тестов приведен ниже в разделе VIII.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов): не предусмотрены учебным планом.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) перечень литературы

основная литература:

1. Данилов, Н.Н. Математическое моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Н. Данилов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кемеровский государственный университет». - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2014. – 98 с.

2. Иванов В.В. Математическое моделирование [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В.В. Иванов, О.В. Кузьмина ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. – 88 с.

3. Математическое моделирование: исследование социальных, экономических и экологических процессов (региональный аспект) [Электронный ресурс] : учебное пособие / О. Бантикова, В. Васянина, Ю.А. Жемчужникова и др. ; под ред. А.Г. Реннера ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». – 2-е изд. – Оренбург : ООО ИПК «Университет», 2014. - 367 с.

4. Математическое моделирование и проектирование [Электронный ресурс] : метод. указания к лабораторным 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.: Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tract/80.pdf>

5. 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. Доступ из локальной сети: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tract/81.pdf>

6. Математическое моделирование. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.А. Коробова, Ю.В. Бугаев, С.Н. Черняева, Ю.А. Сафонова ; науч. ред. Л.А. Коробова ; Министерство образования и науки РФ, Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. – 113 с.

дополнительная литература:

1. Братусь А.С. Динамические системы и модели биологии [Электронный ресурс] / А.С. Братусь, А.С. Новожилов, А.П. Платонов. – Москва : Физматлит, 2009. – 400 с.
2. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении: учебник / Е.А. Дмитриев; ред. Ю.Н. Благовещенский. – 4-е изд. доп. – М. : Либроком, 2010. – 330 с.
3. Кирюшин В.И. Агротехнологии : учебник / В.И. Кирюшин, С.В. Кирюшин. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 464 с.
5. Основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Агеев, А.Н. Есаулко, О.Ю. Лобанкова и др. ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ставропольский государственный аграрный университет. – 5-е изд., перераб. и доп. – Ставрополь : Агрус, 2014. – 200 с.
6. Пахнутов И.А. Методы математического моделирования: [учеб.-метод. пособие] / И.А. Пахнутов ; ФГОУ ВПО "КГТУ". – 2-е изд., перераб. и доп. – Калининград : ФГОУ ВПО "КГТУ", 2009. – 86 с.
7. Природные ресурсы России: территориальная локализация, экономические оценки = Natural resources of Russia: territorial localization, economic estimations : научное издание. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 458 с.
8. Юлушев И.Г. Почвенно-агрохимические основы адаптивно-ландшафтной организации систем земледелия ВКЗП : учеб. пособие для студ. агроном. спец. / И.Г. Юлушев. – М. : Академ, проект ; Киров : Константа, 2005. – 368 с.

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Российское образование федеральный портал – <http://www.edu.ru/>
 Научная библиотека МГУ – <http://nbmgu.ru/>
 Электронная библиотека факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова – http://www.pochva.com/studentu/study/books/info.php?book_id=7
 Сельскохозяйственная электронная библиотека знаний (СЭБиЗ) – <http://www.cnsnb.ru/akdil/default.htm>
 Научная электронная библиотека – e-library.ru
 ЭБС «Лань» – <http://e.lanbook.com> <http://visible-geology.appspot.com/>
 AgroAtlas.ru – картографические материалы по почвам, разработанные в Почвенном институте им. В.В. Докучаева
www.soilmuseum.by.ru – Почвенный музей им. Докучаева.

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

При изучении основных разделов дисциплины, проведении лабораторных работ используются аудитории, оснащённые современными техническими средствами обучения: (компьютеры, мультимедийный проектор, DVD-плеер).

Реализация программы дисциплины «Математическое моделирование и прогнозирование плодородия почв» предполагает для проведения практических работ наличие картографических источников и раздаточного материала, имеющегося в фондах Восточно-Сибирского музея почвоведения им. И.В. Николаева

Картографические источники (карты и атласы)
 Физико-географическая карта России
 Геологическое строение России и мира
 Тектоническое строение России и мира
 Агроклиматические ресурсы России и мира
 Климатическая карта России и мира
 Почвенная карта России и мира

Биологические ресурсы мира
 Природные зоны России
 Экономико-географическая карта России

6.2. Программное обеспечение:

DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service Pack 1 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine).

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level.

Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level.

Office 365 профессиональный плюс для учащихся.

Zoom – платформа телекоммуникационных технологий, разработанная компанией Zoom Video Communications.

Teams – это корпоративная платформа, которая включает чат, онлайн-встречи, приложения, обмен и совместную работу над файлами. разработана Microsoft Teams

Educa – образовательный портал ИГУ.

6.3. Технические и электронные средства:

На лекциях используются мультимедийные презентации для демонстрации фотографий, схем и рисунков, на семинарских занятиях – видеofilмы для лучшего освещения отдельных разделов дисциплины.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для освоения дисциплины «Математическое моделирование и прогнозирование плодородия почв» применяются следующие образовательные технологии:

- *Информационная лекция.* Лекция – это сжатое изложение основных научных фактов, что является базой для анализа рассуждений, оценок.

- *Лекция-визуализация.* Учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. Задача преподавателя использовать такие формы наглядности, которые не только дополняют словесную информацию, но и сами являются носителями информации (схемы, рисунки, слайды-презентации, и т.п.). Этот вид лекции лучше всего использовать на этапе введения студентов в новый раздел, тему дисциплины.

- *Лекция-беседа.* Предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

- *Лабораторное занятие* – это проведение студентами по заданию преподавателя опытов с использованием приборов, инструментов и других технических приспособлений, то есть это изучение каких либо явлений с помощью специального оборудования.

- *Коллоквиум* – вид учебного занятия, проводимого с целью проверки и оценивания знаний учащихся. Коллоквиум может проводиться в форме индивидуальной беседы преподавателя со студентом или как массовый опрос. В ходе группового обсуждения студенты учатся высказывать свою точку зрения по определенному вопросу, защищать свое мнение, применяя знания, полученные на занятиях по предмету. В ходе коллоквиума могут также проверяться письменные работы студентов.

- *Самостоятельная работа студентов* (см. п. 6.2).

- *Дистанционные образовательные технологии.* Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников (Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 31.07.2020) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2020)). При освоении дисциплины «Математическое моделирование и прогнозирование плодородия почв» используются следующие технологии:

- интернет-технология – способ дистанционной передачи информации, основанный на использовании глобальных и локальных компьютерных сетей для обеспечения доступа обучающихся к информационным образовательным ресурсам и для формирования совокупности методических, организационных, технических и программных средств реализации и управления учебным процессом независимо от места нахождения его субъектов;

- телекоммуникационная технология – это технология, основанная на использовании глобальных и локальных сетей для обеспечения взаимодействия обучающихся с преподавателем и между собой и доступа обучающихся к информационным образовательным ресурсам, представленным в виде видеолекций и других средств обучения. Используется Образовательный портал ИГУ – educa.isu.ru.

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные материалы для входного контроля – в виде собеседования на вводном занятии.

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета

В рамках дисциплины «Математическое моделирование и прогнозирование плодородия почв» используются следующие формы текущего контроля:

- устный опрос;
- доклад;
- презентация;
- реферат;
- тест.

Фонд оценочных средств включает:

- список тем рефератов и презентаций,
- тестовые задания по дисциплине,
- критерии оценки знаний студентов.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенций ПК-2.

Список тем докладов и презентаций в формате Power Point:

1. Функции моделей в современной науке и практике.
2. Основные свойства любой модели.
3. Моделирование как этап целенаправленной деятельности.
4. Основные этапы моделирования.
5. Актуальные вопросы моделирования, отраженные в современной отечественной и зарубежной литературе.
6. Инструментарий моделирования. Общая характеристика работы в MS Excel.
7. Классификация моделей

8. Виды моделей, используемых в агрономии.
9. Основные математические модели (математические методы анализа) в агрономии.
Краткая характеристика, принципы использования.
10. Основные статистические модели (статистические методы анализа) в агрономии.
Краткая характеристика. Принципы использования.
11. Значение математического моделирования для прикладных и естественных наук.
12. Компьютерные модели. Определения. Основные понятия.
13. Принципы опытного дела в агрономии.
14. Краткая характеристика основным методов исследования в агрономических науках.
15. Почва как объект моделирования и проектирования ее плодородия.
16. Моделирование и экспериментальное обоснование оптимальных величин показателей плодородия почвы.
17. Причинно-следственные связи и зависимости, положенные в основу моделей почвенного плодородия.
18. Зависимость урожая сельскохозяйственных культур от свойств и показателей плодородия почв и их обоснование для включения в модель.
19. Типовые модели, используемые при моделировании и проектировании свойств почвы.
20. Динамические модели накопления и распада пестицидов в почве.
21. Модели почвенной эрозии.
22. Историческая справка становления моделирования в биологических науках.
23. Общие принципы моделирования экосистем и агроэкосистем.
24. Агроэкосистемы как объекты моделирования и проектирования.
25. Моделирование в селекции сельскохозяйственных культур.
26. Моделирование при планировании урожайности культур. Основные принципы программирования урожаев полевых культур.
27. Использование моделей при разработке проектов технологий производства растительной продукции.
28. Особенности разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия для сельскохозяйственных организаций.
29. Информационное и программное обеспечение математических моделей агроэкосистем.
30. Оптимизационные модели. Определения. Значение. Примеры.
31. Краткий исторический очерк о становлении линейного программирования.
32. Роль отечественных и зарубежных ученых в развитии оптимизационного моделирования.
33. Основные понятия и принципы оптимизационного моделирования.
34. Типы задач оптимизационного моделирования.

Тестовые задания по дисциплине:

Типы вопросов:

- *Единичный выбор* – на вопрос студент выбирает из нескольких представленных вариантов один верный ответ.
- *Множественный выбор* – на вопрос студент выбирает из нескольких представленных вариантов несколько верных ответов (2-3) .
- *Задания открытой формы* – студент должен вставить 1 пропущенное слово.

Примерный список вопросов к тесту по пройденным разделам 1, 2.

Выберите один правильный ответ

1. Выберите правильное выражение:
- а) модель объективно воспроизводит главные свойства прототипа, но не может отразить их полностью
 - б) модель объективно не воспроизводит главные свойства прототипа и не может отразить их полностью
 - в) модель необъективно воспроизводит главные свойства прототипа и не может отразить их полностью
 - г) модель необъективно воспроизводит главные свойства прототипа, но может отразить их полностью

Выберите два и более правильных ответа

2. Модели управления плодородием подразделяются на:
- а) окультуривания,
 - б) коренной мелиорации,
 - в) рекультивации,
 - г) оперативного управления на поле,
 - д) оптимизации размещения культур
 - е) деградации

Вставьте пропущенное слово

3. Основное специфическое свойство почвы, отличающее ее от материнской породы – это _____.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме экзамена

Форма промежуточной аттестации – *зачет*. Система оценок: согласно БРС ФГБОУ ВО ИГУ. ОС этого типа должны выявлять степень освоения теоретических знаний как базу для формирования компетенций, умения их применять в ситуациях, моделирующих профессиональную деятельность, а также сформированность заявленных в п.3 компетенций: ПК-2.

Примерный список вопросов к экзамену

1. Понятие о моделировании и моделях.
2. Значение математического моделирования и проектирования для прикладных и естественных наук.
3. Методологические принципы моделирования.
4. Инструментарий математического моделирования.
5. Общее понятие модели как субъективного, идеализированного отражения реально существующей действительности.
6. Свойства моделей.
7. Моделирование как этап целенаправленной деятельности.
8. Методы, используемые в моделировании.
9. Классификация моделей.
10. Этапы построения модели.
11. Роль моделей в агрономии.
12. Агросистемы как объект моделирования.
13. Использование моделей в научных исследованиях и при решении производственных задач.
14. Анализ свойств почв как объекта моделирования их плодородия.
15. Причинно-следственные связи и зависимости, положенные в основу моделей почвенного плодородия.

