

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гнатюк Сергей Иванович
Должность: Первый проректор
Дата подписания: 06.08.2023 09:46:44
Уникальный программный ключ:
5ede28fe5b714e680817c5c132d4ba793a6b4427

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
К.Е.ВОРОШИЛОВА»**



«Утверждаю»
Декан факультета землеустройства и
кадастров

Бреус Р.В.

2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «Математическое моделирование урбоэкосистем»
для направления подготовки 35.04.09 «Ландшафтная архитектура»
направленность (профиль) – «Садово-парковое и ландшафтное строительство»

Год начала подготовки – 2023

Квалификация выпускника – магистр

Луганск, 2023

Рабочая программа составлена с учетом требований:

- порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245;
- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.04.09 Ландшафтная архитектура, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 26.07.2017 №712 (с изменениями и дополнениями).

Преподаватели, подготовившие рабочую программу:

кандидат технических наук, доцент



Н.В. Олейник

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры экологии и природопользования (протокол №10 от 16.05.2023).

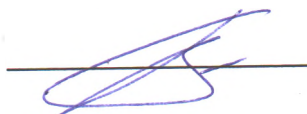


Заведующий кафедрой

И.А. Ладыш

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией факультета землеустройства и кадастров (протокол №11 от 25.05.2023).

Председатель методической комиссии



Е.В. Богданов

Руководитель основной профессиональной образовательной программы



Р.В. Бреус

1. Предмет. Цели и задачи дисциплины, её место в структуре образовательной программы

Предметом дисциплины являются математические модели, экологические системы.

Целью дисциплины является формирование у магистров навыков построения математических моделей с целью проведения научных исследований и использования их результатов в профессиональной деятельности.

Основные задачи изучения дисциплины:

- освоение методов количественной оценки параметров исследуемых процессов, формирование умений содержательно интерпретировать и анализировать полученные результаты, развитие навыков математического мышления, подготовка к применению математических методов для решения практических задач общего и профессионального характера.

Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Математическое моделирование урбоэкосистем» относится к дисциплинам обязательной части (Б1.О.11) основной профессиональной образовательной программы высшего образования (далее – ОПОП ВО).

Основывается на базе дисциплин: «Информационные технологии в профессиональной деятельности»; «Методология научных исследований» и прохождении научно-исследовательской работы.

Дисциплина читается во 2 семестре, поэтому предшествует дисциплинам «Экологическое проектирование в урбанизированной среде»; «Современные технологии строительства и эксплуатации объектов ландшафтной архитектуры»; «Реставрация и реконструкция объектов ландшафтной архитектуры»; «Моделирование объектов ландшафтной архитектуры»; «Мониторинг системы зеленых насаждений».

Предшествует блоку 3 Государственная итоговая аттестация «Выполнение и защита выпускной квалификационной работы».

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Коды компетенций	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-3	Способен организовывать работы по урбомониторингу и инвентаризации на объектах ландшафтной архитектуры, составлению кадастра зеленых насаждений	ПК-3.2. Способен использовать материалы урбомониторинга и инвентаризации в научно-исследовательской работе	Знать: методы планирования и проведения исследований в области математического моделирования урбо-экосистем Уметь: планировать и проводить исследования Владеть: методами построения моделей антропогенной трансформации урбоэкосистем

3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Виды работ	Очная форма обучения		Заочная форма обучения
	всего зач.ед./ часов	объём часов	всего часов
		2 семестр	2 семестр
Общая трудоёмкость дисциплины	3/108	3/108	3/108
Аудиторная работа:	38	38	10
Лекции	14	14	4
Практические занятия	24	24	6
Лабораторные работы	-	-	-
Другие виды аудиторных занятий	-	-	-
Предэкзаменационные консультации	-	-	-
Самостоятельная работа обучающихся, час	70	70	98
Вид промежуточной аттестации (зачёт, экзамен)	зачет	зачет	зачет

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план).

№ п/п	Раздел дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС
очная форма обучения					
	Раздел 1. Основы моделирования	2	2	-	6
	Раздел 2. Особенности функционирования урбоэкосистем	2	4	-	8
	Раздел 3. Факторы устойчивости экосистем к	2	2	-	8

антропогенному воздействию. Кризис экосистем. Стресс				
Раздел 4. Основы анализа и решения многокомпонентных задач	2	2	-	8
Раздел 5. Моделирование гипотез развития экосистем. Прогноз развития урбоэкосистемы	2	2	-	8
Раздел 6. Использование статистических методов в математическом моделировании	2	2	-	8
Раздел 7. Методические подходы к сбору и интерпретации данных для математического моделирования урбоэкосистем	2	2	-	8
Раздел 8. Динамика трансформации урбоэкосистем в результате антропогенного воздействия	-	4	-	8
Раздел 9. Градо-экологическое моделирование	-	4	-	8
заочная форма обучения				
Раздел 1. Основы моделирования	2	-	-	10
Раздел 2. Особенности функционирования урбоэкосистем	-	-	-	10
Раздел 3. Факторы устойчивости экосистем к антропогенному воздействию. Кризис экосистем. Стресс	-	2	-	10
Раздел 4. Основы анализа и решения многокомпонентных задач	-	1	-	10
Раздел 5. Моделирование гипотез развития экосистем. Прогноз развития урбоэкосистемы	2	1	-	10
Раздел 6. Использование статистических методов в математическом моделировании	-	2	-	12
Раздел 7. Методические подходы к сбору и интерпретации данных для математического моделирования урбоэкосистем	-	-	-	12
Раздел 8. Динамика трансформации урбоэкосистем в результате антропогенного воздействия	-	-	-	12
Раздел 9. Градо-экологическое моделирование	-	-	-	12

4.2. Содержание разделов учебной дисциплины

Раздел 1. Основы моделирования.

Типы и виды моделирования. Графическое, математическое моделирование. Виды моделей.

Раздел 2. Особенности функционирования урбоэкосистем.

Особенности функционирования городских экосистем. Особенности потоков вещества, энергии и информации в урбоэкосистемах. Доминирующее влияние антропогенных факторов на состояние городских экосистем. Специфика воздействия абиотических факторов в городской экосистеме (свет, тепло, влажность, химический состав воздуха, состояние грунтового слоя и др.). Особенности действия биотических факторов (невыраженность ценотического сложения, упрощенное строение экосистемы, снижение средообразующей роли живого напочвенного покрова, жесткий отбор устойчивых к антропогенному воздействию видов и др.)

Раздел 3. Факторы устойчивости экосистем к антропогенному воздействию. Кризис экосистем. Стресс.

Резистентная и упругая устойчивость. Биологическое разнообразие как фактор устойчивости. Наличие отрицательной обратной связи «биота-среда» как фактор устойчивости. Влияние обеспеченности экотопа, интенсивности нагрузки, близости к аттрактивным центрам, состава эдификаторов, замкнутости ценоза на устойчивость экосистем. Кризис экосистем. Стресс. Критические уровни. Вульгаризация, метастабильность экосистем как процессы адаптации экосистем к антропогенным нагрузкам. Экологическая поляризация ландшафта как средство стабилизации антропогенно нарушенных ландшафтов. Динамика характеристик экотопа и биогеоценотических показателей урбоэкосистем.

Раздел 4. Основы анализа и решения многокомпонентных задач.

Орграфы как основа решения многокомпонентных задач. Отображение обратных связей в формируемых моделях урбоэкосистем. Оценка достоверности результатов моделирования. Геометрически ориентированный граф. Матрица смежности вершин орграфа. Знаковый орграф. Импульсные процессы как основа моделирования многокомпонентных задач. Моделирование изменений показателей знакового орграфа. Контур отрицательной обратной связи и положительной обратной связи. Абсолютная устойчивость и импульсная устойчивость.

Раздел 5. Моделирование гипотез развития экосистем. Прогноз развития урбоэкосистемы.

Отношения между живыми организмами в экосистеме типа «хищник — жертва». Отображение гипотезы взаимного регулирования. Кривые выедания и накопления. Взвешенные орграфы. Привязка к шкале времени. Проверка вариантов выдвинутых научных гипотез. Создание формализованной математической модели.

Раздел 6. Использование статистических методов в математическом моделировании.

Регрессионный анализ. Линейная и нелинейные модели (логарифмическая и экспоненциальная). Уравнение линейной регрессии. Уравнение множественной линейной регрессии. Отбор наиболее существенных факторов, воздействующих на результирующий признак (стадия содержательного анализа, стадия качественного анализа). Коэффициент детерминации. Переменная стандартизованная (z-оценка). Применение стандартизации в некоторых статистических моделях, а также при работе с нормальными распределениями. Корреляция линейная. Ковариация. Стандартное отклонение. Коэффициент детерминации R^2 . Корреляция множественная.

Раздел 7. Методические подходы к сбору и интерпретации данных для математического моделирования урбоэкосистем.

Оптимальные экологические шкалы Элленберга. Устойчивость видов растений к рекреационному воздействию (неустойчивые, малоустойчивые, среднеустойчивые, устойчивые и высокоустойчивые виды). Прогнозирование развития экосистем рекреационных зон на популяционном уровне. Определение антропогенной нагрузки по демографическому анализу популяций растений. Изменение численности живых организмов как основа для математического моделирования урбоэкосистем.

Раздел 8. Динамика трансформации урбоэкосистем в результате антропогенного воздействия.

Динамика показателей в процессе дигрессии. Изменение почвенного богатства, увлажнения, кислотности, освещенности в процессе дигрессии и видового состава в широколиственных, боровых и бореальных экосистемах. Изменение соотношения экобиоморф и жизненных форм видов. Изменение водно-физических свойств почвы, фитомассы и продуктивности, видового состава ярусов и синузий. Подходы к дифференциации процесса дигрессии. Основные диагностические показатели дигрессии. Стадии деградации урбоэкосистем в математическом моделировании.

Раздел 9. Градо-экологическое моделирование.

Градостроительное моделирование. Первые модели городов. Моделирование процесса городского развития А.Э. Гутновым. Модель образа города К. Линча. Современные модели городов Р.Роджерса. Город как самоорганизующаяся система.

4.3. Перечень тем лекций

№ п/п	Тема лекции	Объём, ч	
		форма обучения	
		очная	заочная
Раздел 1. Основы моделирования		2	2
1.	Тема лекционного занятия 1. Моделирование как метод научного исследования. Виды моделей.	2	2
Раздел 2. Особенности функционирования урбоэкосистем.		2	-
2.	Тема лекционного занятия 2. Особенности функционирования городских экосистем. Доминирующее влияние антропогенных факторов на состояние городских экосистем.	2	-
Раздел 3. Факторы устойчивости экосистем к антропогенному воздействию. Кризис экосистем. Стресс.		2	-
3	Тема лекционного занятия 3. Резистентная и упругая устойчивость. Биологическое разнообразие как фактор устойчивости.	2	-
Раздел 4. Основы анализа и решения многокомпонентных задач.		2	-
4.	Тема лекционного занятия 4. Отображение обратных связей в формируемых моделях урбоэкосистем. Оценка достоверности результатов моделирования	2	-
Раздел 5. Моделирование гипотез развития экосистем. Прогноз развития урбоэкосистемы		2	2
5.	Тема лекционного занятия 5. Моделирование гипотез развития экосистем. Прогноз развития урбоэкосистемы	2	2
Раздел 6. Использование статистических методов в математическом моделировании		2	-
6.	Тема лекционного занятия 6. Регрессионный анализ. Линейная и нелинейные модели (логарифмическая и экспоненциальная).	2	-
Раздел 7. Методические подходы к сбору и интерпретации данных для математического моделирования урбоэкосистем		2	-
7.	Тема лекционного занятия 6. Устойчивость видов растений к рекреационному воздействию. Изменение численности живых организмов как основа для математического моделирования урбоэкосистем.	2	-
Итого		14	4

4. Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ п/п	Тема практического занятия (семинара)	Объём, ч	
		форма обучения	
		очная	заочная
Раздел 1. Основы моделирования		2	-
1.	Тема практического занятия 1. Моделирование проблематики и задач научного исследования	2	-
Раздел 2. Особенности функционирования урбоэкосистем		4	-
2.	Тема практического занятия 2. Семинар на тему: «Особенности функционирования городских экосистем. Особенности потоков вещества, энергии и информации в урбоэкосистемах»	2	-
3.	Тема практического занятия 3. Моделирование урбоэкосистемы в аспекте проводимого научного исследования.	2	-
Раздел 3. Факторы устойчивости экосистем к антропогенному воздействию. Кризис экосистем. Стресс.		2	2
4.	Тема практического занятия 4. Семинар на тему: "Поведение экосистем. Факторы устойчивости".	2	2
Раздел 4. Основы анализа и решения многокомпонентных задач		2	1
5.	Тема практического занятия 5. Построение модели.	2	1
Раздел 5. Моделирование гипотез развития экосистем. Прогноз развития урбоэкосистемы		2	1
6.	Тема практического занятия 6. Графическое моделирование научной гипотезы исследования на выбор студента	2	1
Раздел 6. Использование статистических методов в математическом моделировании		2	2
7.	Тема практического занятия 7. Построение модели с использованием статистических данных по теме исследования в магистратуре	2	2
Раздел 7. Методические подходы к сбору и интерпретации данных для математического моделирования урбоэкосистем		2	-
8.	Тема практического занятия 8. Семинар на тему: "Сбор и интерпретация данных для математического моделирования урбоэкосистем"	2	-
Раздел 8. Динамика трансформации урбоэкосистем в результате антропогенного воздействия		4	-
9.	Тема практического занятия 9. Семинар на тему: "Динамика трансформации урбоэкосистем в результате антропогенного воздействия"	2	-
10.	Тема практического занятия 10. Моделирование процесса трансформации урбоэкосистем в результате антропогенного воздействия в аспекте темы научного исследования	2	-
Раздел 9. Градо-экологическое моделирование		4	-
11.	Тема практического занятия 14. Семинар на тему: "Модели в градостроительстве"	2	-

№	Тема практического занятия (семинара)	Объём, ч	
12.	Тема практического занятия 15. Построение модели градоэкологического каркаса в аспекте темы научного исследования.	2	-
Итого		24	6

4.5. Перечень тем лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.6. Виды самостоятельной работы студентов и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

4.6.1. Подготовка к аудиторным занятиям

Материалы лекций являются основой для изучения теоретической части дисциплины и подготовки студента к практическим занятиям.

При подготовке к аудиторным занятиям студент должен:

- изучить рекомендуемую литературу;
- просмотреть самостоятельно дополнительную литературу по изучаемой теме.

Основной целью практических занятий является изучение отдельных наиболее сложных и интересных вопросов в рамках темы, а также контроль за степенью усвоения пройденного материала и ходом выполнения студентами самостоятельной работы.

4.6.2. Перечень тем курсовых работ (проектов)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

4.6.3. Перечень тем рефератов, расчетно-графических работ

Рефераты, расчетно-графические работы не предусмотрены.

4.6.4. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объём, ч	
			форма обучения	
			очная	заочная
Модуль 1.				
1.	Раздел 1. Основы моделирования. Типы и виды моделирования. Графическое, математическое моделирование. Виды моделей.	Максимова, Н.Н. Математическое моделирование. Учебно-методическое пособие / сост. Н.Н. Максимова. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2019. – 88 с.	6	10

№	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое	Объём, ч	
2.	Раздел 2. Особенности функционирования урбоэкосистем. Особенности функционирования городских экосистем. Особенности потоков вещества, энергии и информации в урбоэкосистемах. Доминирующее влияние антропогенных факторов на состояние городских экосистем. Специфика воздействия абиотических факторов в городской экосистеме (свет, тепло, влажность, химический состав воздуха, состояние грунтового слоя и др.). Особенности действия биотических факторов (невыраженность ценотического сложения, упрощенное строение экосистемы, снижение средообразующей роли живого напочвенного покрова, жесткий отбор устойчивых к антропогенному воздействию видов и др.)	Сериков М.Т. Основы математического моделирования в лесоустройстве [Текст]: Учеб. пособие / М. Т. Сериков. – Фед. агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования, Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж, 2005. – 119 с.	8	10
3.	Раздел 3. Факторы устойчивости экосистем к антропогенному воздействию. Кризис экосистем. Стресс. Резистентная и упругая устойчивость. Биологическое разнообразие как фактор устойчивости. Наличие отрицательной обратной связи «биота-среда» как фактор устойчивости. Влияние обеспеченности экотопа, интенсивности нагрузки, близости к аттрактивным центрам, состава эдификаторов, замкнутости ценоза на устойчивость экосистем. Кризис экосистем. Стресс. Критические уровни. Вульгаризация, метастабильность экосистем как процессы адаптации экосистем к антропогенным нагрузкам. Экологическая поляризация ландшафта как средство стабилизации антропогенно	Сериков М.Т. Основы математического моделирования в лесоустройстве [Текст]: Учеб. пособие / М. Т. Сериков. – Фед. агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования, Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж, 2005. – 119 с.	8	10

№	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое	Объём, ч	
	нарушенных ландшафтов. Динамика характеристик экотопа и биогеоценотических показателей урбоэкосистем.			
4.	Раздел 4. Основы анализа и решения многокомпонентных задач. Орграфы как основа решения многокомпонентных задач. Отображение обратных связей в формируемых моделях урбоэкосистем. Оценка достоверности результатов моделирования. Геометрически ориентированный граф. Матрица смежности вершин орграфа. Знаковый орграф. Импульсные процессы как основа моделирования многокомпонентных задач. Моделирование изменений показателей знакового орграфа. Контур отрицательной обратной связи и положительной обратной связи. Абсолютная устойчивость и импульсная устойчивость.	Сериков М.Т. Основы математического моделирования в лесоустройстве [Текст]: Учеб. пособие / М. Т. Сериков. – Фед. агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования, Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж, 2005. – 119 с.	8	10
5.	Раздел 5. Моделирование гипотез развития экосистем. Прогноз развития урбоэкосистемы. Отношения между живыми организмами в экосистеме типа «хищник — жертва». Отображение гипотезы взаимного регулирования. Кривые выедания и накопления. Взвешенные орграфы. Привязка к шкале времени. Проверка вариантов выдвинутых научных гипотез. Создание формализованной математической модели.	Смольянов, А. Н., Мироненко А.В. Математические методы [Текст] : текст лекций / А. Н. Смольянов, А.В. Мироненко ; ВГЛТА. – Воронеж, 2013.– 140 с.	8	10
6.	Раздел 6. Использование статистических методов в математическом моделировании. Регрессионный анализ. Линейная и нелинейные модели (логарифмическая и экспоненциальная). Уравнение линейной регрессии. Уравнение множественной линейной	Смольянов, А. Н., Мироненко А.В. Математические методы [Текст] : текст лекций / А. Н. Смольянов, А.В. Мироненко ; ВГЛТА. – Воронеж, 2013.– 140 с.	8	12

№	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое	Объём, ч	
	регрессии. Отбор наиболее существенных факторов, воздействующих на результирующий признак (стадия содержательного анализа, стадия качественного анализа). Коэффициент детерминации. Переменная стандартизированная (z-оценка). Применение стандартизации в некоторых статистических моделях, а также при работе с нормальными распределениями. Корреляция линейная. Ковариация. Стандартное отклонение. Коэффициент детерминации R^2 . Корреляция множественная.			
7.	Раздел 7. Методические подходы к сбору и интерпретации данных для математического моделирования урбоэкосистем. Оптимальные экологические шкалы Элленберга. Устойчивость видов растений к рекреационному воздействию (неустойчивые, малоустойчивые, среднеустойчивые, устойчивые и высокоустойчивые виды). Прогнозирование развития экосистем рекреационных зон на популяционном уровне. Определение антропогенной нагрузки по демографическому анализу популяций растений. Изменение численности живых организмов как основа для математического моделирования урбоэкосистем.	Самарский А. А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры . — 2-е изд., испр. — М.: Физматлит, 2001. — 320 с. — ISBN 5-9221-0120-X. Смольянов, А. Н., Мироненко А.В. Математическое методы [Текст] : текст лекций / А. Н. Смольянов, А.В. Мироненко ; ВГЛТА. – Воронеж, 2013.– 140 с.	8	12
8.	Раздел 8. Динамика трансформации урбоэкосистем в результате антропогенного воздействия. Динамика показателей в процессе дигрессии. Изменение почвенного богатства, увлажнения, кислотности, освещенности в процессе дигрессии и видового состава в широколиственных, боровых и бореальных экосистемах.	Самарский А. А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры . — 2-е изд., испр. — М.: Физматлит, 2001. — 320 с. — ISBN 5-9221-0120-X	8	12

№	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое	Объём, ч	
	Изменение соотношения экобиоморф и жизненных форм видов. Изменение водно-физических свойств почвы, фитомассы и продуктивности, видового состава ярусов и синузий. Подходы к дифференциации процесса дигрессии. Основные диагностические показатели дигрессии. Стадии деградации урбоэкосистем в математическом моделировании.			
9.	Раздел 9. Градо-экологическое моделирование. Градостроительное моделирование. Первые модели городов. Моделирование процесса городского развития А.Э. Гутновым. Модель образа города К. Линча. Современные модели городов Р.Роджерса. Город как самоорганизующаяся система.	Сериков М.Т. Основы математического моделирования в лесоустройстве [Текст]: Учеб. пособие / М. Т. Сериков. – Фед. агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования, Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж, 2005. – 119 с.	8	12
Всего			70	98

4.6.5. Другие виды самостоятельной работы студентов

Не предусмотрены.

4.7. Перечень тем и видов занятий, проводимых в интерактивной форме

Перечень тем и видов занятий на стадии разработки.

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Полное описание фонда оценочных средств текущей и промежуточной аттестации обучающихся с перечнем компетенций, описанием показателей и критериев оценивания компетенций, шкал оценивания, типовые контрольные задания и методические материалы представлены в приложении к настоящей программе.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, изд-во, год издания, количество страниц	Кол-во экз. в библ.
1.	Максимова, Н.Н. Математическое моделирование. Учебно-методическое пособие / сост. Н.Н. Максимова. – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2019. – 88 с.	Электронный ресурс
2.	Горковенко Н.Е. Математическое моделирование в экологии учебно-методическое пособие для практических занятий / Н.Е. Горковенко КубГАУ. – Краснодар, 2015. – 52 с.	Электронный ресурс

3.	Самарский А. А., Михайлов А .П . Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры . — 2-е изд., испр. — М.: Физматлит, 2001. — 320 с. — ISBN 5-9221-0120-X.	Электронный ресурс
4.	Математическое моделирование в биологии и экологии: учебное пособие / Н.В. Прохорова. – Самара: Издательство Самарского университета, 2021. – 64 с.	Электронный ресурс
5.	Математическое моделирование лесных экосистем: краткий курс лекций для студентов I курса магистратуры направления подготовки 35.04.01 Лесное дело, / Сост.: О.С. Кочегарова // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 29 с.	Электронный ресурс

6.1.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, изд-во, год издания, количество страниц
1.	Мироненко, А.В. Математическое моделирование урбозкосистем [Электронный ресурс] : методические указания для самостоятельной работы студентов по направлению подготовки магистров 35.04.09 – Ландшафтная архитектура/ А.В. Мироненко; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛУ» – Воронеж, 2016. – 13с.
2.	Смольянов, А. Н., Мироненко А.В. Математические методы [Текст] : текст лекций / А. Н. Смольянов, А.В. Мироненко ; ВГЛУ. – Воронеж, 2013.– 140 с.
3.	Сериков М.Т. Основы математического моделирования в лесоустройстве [Текст]: Учеб. пособие / М. Т. Сериков. – Фед. агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования, Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж, 2005. – 119 с.
4.	Игнатенко Г.К. Первичная обработка данных экологического мониторинга. Обнинск: ИАТЭ. – 2006. – 76 с.

6.1.3. Периодические издания

Периодические издания не предусмотрены.

6.1.4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания находятся на стадии разработки.

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Название интернет-ресурса, адрес и режим доступа
1.	Википедия – свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki (дата обращения: 20.08.2022).
2.	Фундаментальная электронная библиотека «Флора и фауна». [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://herba.msu.ru/shipunov/school/sch-ru.htm (дата обращения: 20.04.2023).
3.	Министерство природных ресурсов и экологической безопасности Луганской Народной Республики. [Электронный ресурс]. URL: https://mprlnr.su/ (дата обращения: 20.04.2023).
4.	Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: https://www.mnr.gov.ru/activity/ (дата обращения: 20.04.2023).
5.	Даркин М. История одного обмана или глобальное потепление. 2007. [Электронный ресурс]. (видеофильм). URL: https://www.youtube.com/watch?v=9VemURSFwFs (дата обращения: 20.04.2023).

6.	Федеральный портал «Российское образование». [Электронный ресурс]. URL: https://www.edu.ru/ (дата обращения: 20.04.2023).
7.	Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». [Электронный ресурс]. URL: http://window.edu.ru/ (дата обращения: 20.04.2023).
8.	Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – http://fcior.edu.ru/
9.	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн». [Электронный ресурс]. URL: https://biblioclub.ru/ (дата обращения: 20.04.2023).
10.	Научная электронная библиотека «e-Library». [Электронный ресурс]. URL: https://elibrary.ru/ (дата обращения: 20.04.2023).

6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины

6.3.1. Компьютерные обучающие и контролирующие программы

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного обеспечения	Функция программного обеспечения		
			контроль	моделирующая	обучающая
1	Практические	Программа для тестовой оценки знаний студентов КТС-2	+	-	+
2	Лекционные, практические	Система дистанционного обучения Moodle	+	+	+

6.3.2. Аудио- и видеопособия

Аудио- и видеопособия не предусмотрены.

6.3.3. Компьютерные презентации учебных курсов

Компьютерные презентации учебных курсов не предусмотрены.

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

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий	Перечень основного оборудования, приборов и материалов
1.	Т-207 – учебная аудитория для выполнения самостоятельной работы, проведения групповых и индивидуальных консультаций	Парта аудиторная – 8 шт., стол одностумбовый – 2 шт., стулья – 14 шт., доска – 1 шт., шкаф книжный – 1 шт., персональный компьютер – 3 шт. Программное обеспечение Linux Ubuntu, Open Office.

8. Междисциплинарные связи

Протокол

согласования рабочей программы с другими дисциплинами

Наименование дисциплины, с которой проводилось согласование	Кафедра, с которой проводилось согласование	Предложения об из- менениях в рабочей программе. Заключение об итогах согласования
Информационные технологии в профессиональной деятельности, Методология научных исследований, Моделирование объектов ландшафтной архитектуры, Мониторинг системы зеленых насаждений	Кафедра проектирования сельскохозяйствен- ных объектов	согласовано

Лист изменений рабочей программы

Номер изменения	Номер протокола заседания кафедры и дата	Страницы с изменениями	Перечень откоррек- тированных пунктов	Подпись заве- дующего кафедрой

Лист периодических проверок рабочей программы

Должностное лицо, проводившее проверку Ф.И.О., должность,	Дата	Потребность в корректировке	Перечень пунктов, стр., разделов, требующих изменений

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ К.Е. ВОРОШИЛОВА»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю) Математическое моделирование урбоэкосистем

Направление подготовки 35.04.09 Ландшафтная архитектура

Направленность (профиль): Садово-парковое и ландшафтное строительство

Уровень профессионального образования: магистратура

Год начала подготовки: 2023

Луганск, 2023

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ, СООТНЕСЕННЫХ С ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Наименование модулей и (или) разделов дисциплины	Наименование оценочного средства	
						Текущий контроль	Промежуточная аттестация
ПК-3	Способен организовывать работы по урбомониторингу и инвентаризации на объектах ландшафтной архитектуры, составлению кадастра зеленых насаждений	ПК-3.2. Способен использовать материалы урбомониторинга и инвентаризации в научно-исследовательской работе	Первый этап (пороговый уровень)	Знать: методы планирования и проведения исследований в области математического моделирования урбоэкосистем	Раздел 1. Основы моделирования. Раздел 2. Особенности функционирования урбоэкосистем Раздел 8. Динамика трансформации урбоэкосистем в результате антропогенного воздействия	Тесты закрытого типа	Зачет
			Второй этап (продвинутый уровень)	Уметь: планировать и проводить исследования	Раздел 3. Факторы устойчивости экосистем к антропогенному воздействию. Кризис экосистем. Стресс Раздел 4. Основы анализа и решения многокомпонентных задач Раздел 5. Моделирование гипотез развития экосистем.	Тесты открытого типа (вопросы для опроса)	Зачет
			Третий этап (высокий уровень)	Владеть: методами построения моделей антропогенной трансформации урбоэкосистем	Раздел 6. Использование статистических методов в математическом моделировании Раздел 7. Методические подходы к сбору и интерпретации данных для математического моделирования урбоэкосистем Раздел 9. Градо-экологическое моделирование	Практические задания	Зачет

2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценивания	Шкала оценивания
1.	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая измерить уровень знаний.	Тестовые задания	В тесте выполнено 90-100% заданий	Оценка «Отлично» (5)
				В тесте выполнено более 75-89% заданий	Оценка «Хорошо» (4)
				В тесте выполнено 60-74% заданий	Оценка «Удовлетворительно» (3)
				В тесте выполнено менее 60% заданий	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
				Большая часть определений не представлена, либо представлена с грубыми ошибками.	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
2.	Опрос	Форма работы, которая позволяет оценить кругозор, умение логически построить ответ, умение продемонстрировать монологическую речь и иные коммуникативные навыки. Устный опрос обладает большими возможностями воспитательного воздействия, создавая условия для неформального общения.	Вопросы к опросу	Продemonстрированы предполагаемые ответы; правильно использован алгоритм обоснований во время рассуждений; есть логика рассуждений.	Оценка «Отлично» (5)
				Продemonстрированы предполагаемые ответы; есть логика рассуждений, но неточно использован алгоритм обоснований во время рассуждений и не все ответы полные.	Оценка «Хорошо» (4)
				Продemonстрированы предполагаемые ответы, но неправильно использован алгоритм обоснований во время рассуждений; отсутствует логика рассуждений; ответы не полные.	Оценка «Удовлетворительно» (3)
				Ответы не представлены.	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
3.	Практические задания	Направлено на овладение методами и методиками изучаемой дисциплины. Для решения предлагается решить конкретное задание (ситуацию) без применения математических расчетов.	Практические задания	Продemonстрировано свободное владение профессионально-понятийным аппаратом, владение методами и методиками дисциплины. Показаны способности самостоятельного мышления, творческой активности. Задание выполнено в полном объеме.	Оценка «Отлично» (5)
				Продemonстрировано владение профессионально-понятийным аппаратом, при применении	Оценка «Хорошо» (4)

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценивания	Шкала оценивания
				методов и методик дисциплины незначительные неточности, показаны способности самостоятельного мышления, творческой активности. Задание выполнено в полном объеме, но с некоторыми неточностями.	
				Продemonстрировано владение профессионально-понятийным аппаратом на низком уровне; допускаются ошибки при применении методов и методик дисциплины. Задание выполнено не полностью.	Оценка «Удовлетворительно» (3)
				Не продемонстрировано владение профессионально-понятийным аппаратом, методами и методиками дисциплины. Задание не выполнено.	Оценка «Неудовлетворительно» (2)
4.1	Зачет	Зачет выставляется в результате подведения итогов текущего контроля. Зачет в форме итогового контроля проводится для обучающихся, которые не справились с частью заданий текущего контроля.	Вопросы к зачету	Показано знание теории вопроса, понятийного аппарата; умение содержательно излагать суть вопроса; владение навыками аргументации и анализа фактов, явлений, процессов в их взаимосвязи. Выставляется обучающемуся, который освоил не менее 60% программного материала дисциплины.	«Зачтено»
				Знание понятийного аппарата, теории вопроса, не продемонстрировано; умение анализировать учебный материал не продемонстрировано; владение аналитическим способом изложения вопроса и владение навыками аргументации не продемонстрировано. Обучающийся освоил менее 60% программного материала дисциплины.	«Не зачтено»
4.2	Зачет	Зачет выставляется в результате подведения итогов текущего	Тестовые задания к зачету	В тесте выполнено 60-100% заданий	«Зачтено»

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде	Критерии оценивания	Шкала оценивания
		контроля. Зачет в форме итогового контроля проводится для обучающихся, которые не справились с частью заданий текущего контроля.		В тесте выполнено менее 60% заданий	«Не зачтено»

3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Оценочные средства для проведения текущего контроля

Текущий контроль осуществляется преподавателем дисциплины при проведении занятий в форме тестовых заданий, устного опроса и практических заданий.

ПК-3. Способен организовывать работы по урбомониторингу и инвентаризации на объектах ландшафтной архитектуры, составлению кадастра зеленых насаждений

ПК-3.2. Способен использовать материалы урбомониторинга и инвентаризации в научно-исследовательской работе

Первый этап (пороговой уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «знать»: методы планирования и проведения исследований в области математического моделирования урбозкосистем.

Тестовые задания закрытого типа

1. Совокупность связей между элементами системы, отражающих их взаимодействие – это (выберите один вариант ответа):

- а) внешняя среда;
- б) структурный подход;
- в) система;
- г) структура системы.

2. Моделирование базируется на (выберите один вариант ответа):

- а) гипотезе;
- б) некоторой аналогии реального и мысленного эксперимента;
- в) определенных предсказаниях, основывающихся на небольшом количестве опытных данных, наблюдений, предположений;
- г) адекватности.

3. Какой из принципов моделирования позволяет сократить его объем и продолжительность (выберите один вариант ответа)?

- а) принцип информационной достаточности;
- б) принцип осуществимости;

- в) принцип агрегирования;
- г) принцип параметризации.

4. Модель объекта это (выберите один вариант ответа):

- а) предмет похожий на объект моделирования;
- б) объект - заместитель, который учитывает свойства объекта, необходимые для достижения цели;
- в) копия объекта;
- г) шаблон, по которому можно произвести точную копию объекта.

5. Моделировать можно (выберите один вариант ответа):

- а) объекты;
- б) процессы;
- в) явления;
- г) все вышеперечисленные варианты.

Ключи

1.	г
2.	б
3.	г
4.	б
5.	г

Второй этап (продвинутый уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «уметь»: планировать и проводить исследования.

Задания закрытого типа (вопросы для опроса):

1. Дайте определение понятию «математическая модель».
2. Какие модели используются при учете требований к характеру оценок загрязнения и высокой специфичности распространения выбросов примесей в различных метеоусловиях?
3. Дайте определение понятию «погрешность», понятию «сходимость».
4. Охарактеризуйте сущность функциональных моделей.
5. Дайте определение понятия «среднее квадратичное отклонение».

Ключи:

1	Математическая модель – это описание математическими формулами соотношений между количественными характеристиками объекта моделирования.
2	Эмпирические модели позволяют определить максимально возможную зону поражения при выбросах ядовитых веществ. Модель обозначает границы, в пределах которых концентрация ядовитых веществ может достичь опасных для здоровья человека значений при неблагоприятных метеоусловиях.
3	К основным характеристикам качества измерений относится точность и сходимость измерений. Точность измерений – качество измерений, отражающее близость результатов к истинному значению измеряемой величины. Сходимость измерений – качество измерений, отражающее близость друг к другу результатов измерений, выполняемых в одинаковых условиях.
4	Функциональные модели отображают только поведение, функцию моделируемого объекта. Физическая сущность объекта, природа протекающих в нем процессов, структура объекта остаются вне внимания исследователя потому, что они неизвестны. При функциональном моделировании эксперимент состоит в

	наблюдении за выходом моделируемого объекта при искусственном или естественном изменении входных воздействий. По этим данным и строится модель поведения в виде некоторой математической функции.
5	Среднее квадратичное отклонение – это степень рассеяния ряда распределения, показывая отклонение 68 % единиц наблюдения от среднего значения, т.е. среднее отклонение отдельных объектов выборки от среднего значения в 68 случаях из 100.

Третий этап (высокий уровень) – показывает сформированность показателя компетенции «владеть»: методами построения моделей антропогенной трансформации урбозкосистем.

Практические задания:

1. Охарактеризуйте основные факторы, влияющие на динамику формирования породного состава лесов будущего, и представьте ее в виде функции.
2. Подобрать эмпирическую формулу для выборки

X	1	2	3	4	5	6	7
Y	12,1	19,2	25,9	33,3	40,5	46,4	54.

3. Подобрать эмпирическую формулу для выборки:

1	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
15,2	20,6	27,4	36,7	49,2	66,0	87,4	117,5

4. В насаждении выборочно определили диаметр у 16 учетных деревьев: 6,6; 9,5; 1,7; 2,6; 6,4; 6,2; 8; 0,1; 0,3; 1,5; 3,7; 7,3; 0,4; 3,2; 3,9; 1,1. Необходимо установить основные статистические показатели и представить среднее арифметическое значение измерений.
5. Охарактеризуйте возможность получения количественных и качественных прогнозов глобальных изменений климата с помощью математического моделирования.

Ключи:

1	На динамику формирования породного состава лесов будущего влияют следующие факторы: биологические - <i>Б</i>, климатические - <i>К</i>, почвенные – <i>П</i>, агротехнические – <i>А</i>, экономические - <i>Э</i>, непроизводственные функции леса – <i>Н</i>. Породный состав наиболее продуктивных древостоев можно представить в виде функции: $Y = f(B, K, P, A, E, H),$ где: <i>Y</i> – породный состав оптимальных (максимально продуктивных) древостоев. Вид и характер искомой функции сложен. Необходимо каждый из элементов <i>Б</i>, <i>П</i>, <i>К</i>, <i>А</i>, <i>Э</i>, <i>Н</i> численно выразить в виде математического выражения. Кроме этого, биологические факторы (<i>Б</i>) обусловлены наследственностью, водным обменом растений, газообменом, элементами питания и др. Климатические условия (<i>К</i>) - средними температурами, количеством осадков, притоком солнечной радиации и др. Почвенные (<i>П</i>) - средним размером почвенных частиц, плотностью, влажностью почвы, содержанием гумуса, химическим составом почвы, ее температурой, влагопроводимостью и др.
2	Графический анализ свидетельствует, что экспериментальные точки образуют прямую и ее можно представить зависимостью $y = a + bx$. Координаты крайних точек подставляем в это уравнение: $a + 7b = 54,0$; $a + b = 12,1$, откуда: $a = 5,12$, $b = 6,98$. Тогда эмпирическая формула имеет вид: $Y = 5,12 + 6,98 b$.

3	The graph shows a coordinate system with x on the horizontal axis and y on the vertical axis. The x-axis has labels at 0, 2, and 4. The y-axis has labels at 20, 60, and 100. A smooth curve is drawn through several data points, starting near (0, 15.2) and rising steeply to approximately (4.5, 117.5). The points are marked with small circles. Рис. Эмпирическая характеристика $y = ae^{bx}$ После логарифмирования выражения $y = ae^{bx}$: $\lg y = \lg a + bx \lg e$. Обозначим $\lg y = Y$, тогда $Y = \lg a + bx \lg e$, то есть в полулогарифмических координатах выражение для Y – это прямая. Подставляя в уравнение координаты крайних точек, получим $\lg 15,2 = \lg a + b \lg e$ и $\lg 117,5 = \lg a + 4,5 b \lg e$. тогда $\begin{cases} \lg a + b \lg e = 1,183; \\ \lg a + 4,5 b \lg e = 2,070, \end{cases}$ откуда $b = 0,887 / (3,5 \lg e) = 0,579$; $\lg a = 1,183 - 0,254 = 0,929$; $a = 1,85$. Конечная эмпирическая формула имеет вид $y = 1,85 \cdot e^{0,579x}$.
4	Определяем среднее арифметическое значение результатов измерений: $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i,$ где n – количество результатов измерений; $(6,6 + 9,5 + 1,7 + 2,6 + 6,4 + 6,2 + 8 + 0,1 + 0,3 + 1,5 + 3,7 + 7,3 + 0,4 + 3,2 + 3,9 + 1,1) / 16 = 462,5 / 16 = 28,9$ см. Дисперсия определяется по формуле: $\sigma^2 = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n(n-1)},$ где $\sum (\bar{X} - X_i)^2$ – сумма квадратов различий всех результатов измерений и среднего арифметического значения; Среднее квадратичное отклонение определяется: $\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - X_i)^2}{n(n-1)}}$ Суммарная ошибка определяется: $\Delta_{\Sigma} x = \sqrt{\delta x^2 + \Delta \bar{X}^2}$ где δx – систематическая ошибка, $\Delta \bar{X}$ – случайная ошибка. Относительная ошибка результатов измерений: $\delta = \frac{\Delta \bar{X}}{\bar{X}} \cdot 100\%$
5	Умение строить математические модели различных процессов, исследовать их и давать интерпретацию полученным результатам может являться одним из приоритетных инновационных направлений при изучении глобальных процессов изменения климата и построении дальнейших прогнозов на будущее.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в виде зачета.

Зачет выставляется преподавателем в конце изучения дисциплины по результатам текущего контроля.

Если студент не справился с частью заданий текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать зачет на итоговом контрольном мероприятии в форме ответов на вопросы к зачету или тестовых заданий к зачету.

Вопросы для зачета

1. Этапы математического моделирования и их характеристика.
2. Свойства математических моделей: полнота, точность, адекватность, экономичность, работоспособность.
3. Иерархия математических моделей.
4. Структурная и функциональная модели.
5. Теоретические и эмпирические модели.
6. Стационарные и нестационарные модели.
7. Динамические модели.
8. Основные этапы численного решения задач и их характеристики.
9. Структура математической модели: векторы параметров; прямая, обратная задачи, задача идентификации
10. Понятие погрешности. Понятие сходимости.
11. Основные источники и классификация погрешностей численного решения задач.
12. Приближение функций. Интерполирование.
13. Численное дифференцирование. Численное интегрирование.
14. Прямые методы решения систем линейных уравнений.
15. Итерационные методы решения систем линейных уравнений.
16. Многомерные задачи оптимизации: минимум функции нескольких переменных; метод покоординатного спуска; метод градиентного спуска.
17. Краевая задача: методы решения.
18. Элементы теории разностных схем.
19. Способы преобразования математических моделей к алгоритмическому виду.
20. Планирование эксперимента.
21. Методы анализа и обработки данных.
22. Коэффициент корреляции.
23. Среднеквадратичное отклонение.
24. Метод наименьших квадратов.
25. Линейная и нелинейная регрессия.
26. Интерполяция и аппроксимация.
27. Полиномы, сплайны, рациональные функции.
28. Одношаговые методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
29. Многошаговые методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений
30. Явные и неявные схемы. Повышение точности решений.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Текущий контроль

Тестирование для проведения текущего контроля проводится с помощью Системы дистанционного обучения или компьютерной программы КТС-2,0. На тестирование отводится 10 минут. Каждый вариант тестовых заданий включает 10 вопросов. Количество возможных вариантов ответов – 4 или 5. Студенту необходимо выбрать один правильный ответ. За каждый правильный ответ на вопрос присваивается 10 баллов. Шкала перевода: 9-10 правильных ответов – оценка «отлично» (5), 7-8 правильных ответов – оценка «хорошо» (4), 6 правильных ответов – оценка «удовлетворительно» (3), 1-5 правильных ответов – оценка «не удовлетворительно» (2).

Опрос как средство текущего контроля проводится в форме устных ответов на вопросы. Студент отвечает на поставленный вопрос сразу, время на подготовку к ответу не предоставляется.

Практические задания как средство текущего контроля проводятся в письменной форме. Студенту выдается задание и предоставляется 10 минут для подготовки к ответу.

Промежуточная аттестация

Зачет проводится путем подведения итогов по результатам текущего контроля. Если студент не справился с частью заданий текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать зачет на итоговом контрольном мероприятии в форме ответов на вопросы к зачету или тестовых заданий к зачету. Форму зачета (опрос или тестирование) выбирает преподаватель.

Если зачет проводится в форме ответов на вопросы, студенту предлагается один или несколько вопросов из перечня вопросов к зачету. Время на подготовку к ответу не предоставляется.

Если зачет проводится в форме тестовых заданий к зачету, тестирование для проведения текущего контроля проводится с помощью Системы дистанционного обучения или компьютерной программы КТС-2,0. На тестирование отводится 10 минут. Каждый вариант тестовых заданий включает 10 вопросов. Количество возможных вариантов ответов – 4 или 5. Студенту необходимо выбрать один правильный ответ. За каждый правильный ответ на вопрос присваивается 10 баллов. Шкала перевода: 9-10 правильных ответов – оценка «отлично» (5), 7-8 правильных ответов – оценка «хорошо» (4), 6 правильных ответов – оценка «удовлетворительно» (3), 1-5 правильных ответов – оценка «не удовлетворительно» (2).