

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
математического и прикладного анализа


А. И. Шашкин

21.05.2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.02 Математическое моделирование биологических и биотехнологических объектов

Код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

01.04.02 Прикладная математика и информатика

2. Профиль подготовки/специализация: все профили

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: *математического и прикладного анализа*

6. Составители программы: Арзамасцев А.А., д.техн.н., профессор

7. Рекомендована: НМС факультета 15 мая 2023 года, протокол №9

(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола,

отметки о продлении вносятся вручную)

8. Учебный год: 2023-2024

Семестр(ы): 4

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- получение теоретических и практических знаний в области математического моделирования различных объектов и математического моделирования биологических и биотехнологических объектов и систем;

- формирование управленческого мышления, способствующего в дальнейшем организовывать командную работу в коллективе по разработке и внедрению систем математического моделирования и оптимизации различных объектов и в частности биологических и биотехнологических объектов и их систем;

Задачи учебной дисциплины:

- изучение теоретических и практических основ математического и компьютерного моделирования;
- изучение особенностей использования различных математических аппаратов и методов разработки математических моделей, специализированного программного обеспечения и формирование навыков работы с ним;
- получение навыков работы над проектами максимально приближенными к реальным; получение навыков работы над проектами в команде;
- изучение авторских разработок в области математического моделирования биологических и биотехнологических объектов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Блок 1. Дисциплины (модули). Часть, формируемая участниками образовательных отношений, Дисциплины (модули) по выбору 2 (ДВ.2). Для освоения дисциплины обучающийся должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными в процессе изучения следующих дисциплин: Численные методы; Методы оптимизации и нелинейное программирование. Программирование и научные вычисления на языке Python;

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-2	Способен осуществлять научное руководство проведением исследований по отдельным задачам	ПК-2.1	Формирует план проведения научно-исследовательских работ. Разрабатывает методы для оценки качества и адекватности математических моделей.	Знать: методы оценки качества и адекватности математических методов, связанных с искусственным интеллектом на основе нейронных сетей Уметь: формировать планы проведения научно-исследовательских работ и разрабатывать методы для оценки качества и адекватности математических моделей. Владеть: навыками формирования планов проведения научно-исследовательских работ и разработки методов для оценки качества и адекватности математических моделей.
ПК-3	Способен обрабатывать, интерпретировать,	ПК-3.1	Использует современные методы анализа информации	Знать: основные понятия, положения, законы и методы системы

	оформлять и представлять профессиональному обществу результаты проведенных исследований		для обработки данных, полученных в рамках проведенных исследований	искусственного интеллекта на основе нейронных сетей Уметь: приводить научные положения и факты для обоснования сущности проблемы, определять возможности применения теоретических положений и методов дисциплины для постановки и решения конкретных прикладных задач; Владеть: навыками использования инструментария для решения конкретных задач; навыками анализа и интерпретации полученных результатов
--	---	--	--	---

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/108.

Форма промежуточной аттестации: зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
Аудиторные занятия		36	36
в том числе:	лекции	24	24
	практические	-	-
	лабораторные	12	12
Самостоятельная работа		72	72
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации (зачет)		-	-
Итого:		108	108

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1.1	Основные понятия систем математического и компьютерного моделирования	Введение. Что такое математическая модель и компьютерная модели? История вопроса. Представление объекта для целей моделирования. Структурная и параметрическая идентификация математической модели. Основные принципы математического моделирования.	Реализация раздела с помощью онлайн-курса https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=14738

		Области использования математического моделирования.	
1.2	Классификация математических моделей и их свойства	Классификация математических моделей. ММ динамики и статики. Примеры. ММ детерминированные и стохастические. Их свойства. ММ с распределенными и сосредоточенными параметрами. ММ дискретные и непрерывные. ММ стационарные, нестационарные и квазистационарные. Свойства данных классов математических моделей. Базовые принципы разработки математических моделей. Процесс разработки математической модели. Основные этапы технологии. Их характеристики.	Реализация раздела с помощью онлайн-курса https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=14738
1.3	Математические аппараты и методы, используемые в математическом моделировании. Теоретический и комбинированный подходы.	Системы нелинейных алгебраических уравнений. Обыкновенные дифференциальные уравнения и их системы. Дифференциальные уравнения в частных производных, краевые условия. Аппарат теории вероятности. Клеточные автоматы и мультиагентный подход. Искусственные нейронные сети. Нечеткая логика.	Реализация раздела с помощью онлайн-курса https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=14738
1.4	Математические аппараты и методы, используемые в математическом моделировании. Эмпирический подход.	Регрессионный и корреляционный анализ. Планируемый эксперимент. Искусственные нейронные сети. Основные численные методы и методы нелинейного программирования, используемые в математическом моделировании объектов.	Реализация раздела с помощью онлайн-курса https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=14738
1.5	Особенности биологических и биотехнологических объектов и систем, как объектов моделирования	Особенности биологических и биотехнологических объектов и систем, как объектов моделирования: Несмотря на разнообразие живых систем, все они обладают специфическими чертами, которые необходимо учитывать при построении моделей: все биологические объекты являются сложными и многокомпонентными (поэтому их моделировать можно на уровне популяции и на уровне индивидов); каждый элемент этих систем имеет индивидуальные особенности; это самовоспроизводящиеся объекты; биологические объекты – это открытые системы; биологические объекты имеют сложную многоуровневую структуру; биологические объекты имеют сложную пространственную структуру.	Реализация раздела с помощью онлайн-курса https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=14738
1.6	Математическое моделирование процесса аутостабилизации температуры биологическими объектами. Модели с сосредоточенными параметрами	Авторская лекция. Основные понятия. Характеристика объекта и основные процессы. Система допущений. Математическая модель, численный метод ее компьютерной реализации. Параметрическая идентификация математической модели на основе эмпирических данных. Анализ математической модели и объяснение основных феноменов. Развитие математической модели.	Реализация раздела с помощью онлайн-курса https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=14738
1.7	Математическое моделирование процесса аутостабилизации температуры биологическими объектами. Модели с распределенными	Авторская лекция. Характеристика объекта и основные процессы. Система допущений. Математическая модель, разностная схема и численный метод ее компьютерной реализации. Анализ математической модели и объяснение основных феноменов. Возможности использования результатов моделирования.	Реализация раздела с помощью онлайн-курса https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=14738

	параметрами		
1.8	Математическая модель информационной системы биологических объектов и ее анализ	Авторская лекция. Основные элементы информационной системы биологических объектов. Вопрос об оптимальном числе "букв" в алфавите информационной системы. Модель информационной системы и ее приложения к биологическим объектам	Реализация раздела с помощью онлайн-курса https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=14738
1.9	Математическое моделирование и исследование биотехнологического процесса для его оптимального проектирования	Авторская лекция. Общая постановка задачи оптимального проектирования и оптимизации биотехнологического процесса средствами математического моделирования. Основные понятия. Характеристика объекта и основные процессы. Система допущений. Математическая модель, численный метод ее компьютерной реализации. Параметрическая идентификация математической модели на основе эмпирических данных. Анализ математической модели и решение задачи оптимального проектирования.	Реализация раздела с помощью онлайн-курса https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=14738
1.10	Математическое моделирование и оптимизация биотехнологического процесса	Авторская лекция. Общая постановка задачи оптимизации биотехнологического процесса средствами математического моделирования. Характеристика объекта и основные процессы. Система допущений. Математическая модель, предназначенная для оптимизации, численный метод ее компьютерной реализации. Параметрическая идентификация математической модели на основе эмпирических данных. Анализ математической модели и решение задачи оптимизации процесса.	Реализация раздела с помощью онлайн-курса https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=14738
1.11	Моделирование морфологических особенностей биологических объектов, растущих на плоскости	Авторская лекция. Трудности моделирования морфологических особенностей биологических объектов. Элементы фрактальной геометрии. Элементы клеточных автоматов. Математические модели биологических объектов, растущих на плоскости. Численный анализ моделей, возможности их использования для решения реальных задач. Моделирование популяционной динамики и морфологии средствами клеточных автоматов.	Реализация раздела с помощью онлайн-курса https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=14738
1.12	Перспективы использования математического моделирования биологических и биотехнологических объектов и их систем	Перспективы использования математического моделирования биологических и биотехнологических объектов и их систем. Современные вызовы к моделированию биологических объектов. Развитие математического и программного обеспечения.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=14738
2. Практические занятия			
2.1	Не предусмотрено		
2.2			
3. Лабораторные занятия			
3.1	Структурная идентификация математической модели биологического объекта с использованием методов корреляционного анализа		Реализация раздела с помощью онлайн-курса https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=14738
3.2	Параметрическая		Реализация раздела

	идентификация линейной математической модели биологического объекта на основе эмпирических данных		с помощью онлайн-курса https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=14738
3.3	Параметрическая идентификация нелинейной математической модели биологического объекта на основе эмпирических данных		Реализация раздела с помощью онлайн-курса https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=14738
3.4	Разработка генератора случайных чисел для имитационного моделирования		Реализация раздела с помощью онлайн-курса https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=14738
3.5	Проверка адекватности стохастической модели на основе критерия согласия Пирсона χ^2		Реализация раздела с помощью онлайн-курса https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=14738
3.6	Разработка стохастической математической модели биологического объекта		Реализация раздела с помощью онлайн-курса https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=14738
3.7	Разработка математической модели динамики биологического объекта		Реализация раздела с помощью онлайн-курса https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=14738
3.8	Параметрическая идентификация математической модели динамики биологического объекта		Реализация раздела с помощью онлайн-курса https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=14738

* заполняется, если отдельные разделы дисциплины изучаются с помощью онлайн-курса. В колонке Примечание необходимо указать название онлайн-курса или ЭУМК. В других случаях в ячейки ставятся прочерки.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Основные понятия систем математического и компьютерного моделирования	2	-	-	6	8
2	Классификация математических моделей и их свойства	2	-	-	6	8

3	Математические аппараты и методы, используемые в математическом моделировании. Теоретический и комбинированный подходы.	2	-	6	6	14
4	Математические аппараты и методы, используемые в математическом моделировании. Эмпирический подход.	2	-	6	6	14
5	Особенности биологических и биотехнологических объектов и систем, как объектов моделирования	2	-	-	6	8
6	Математическое моделирование процесса аутостабилизации температуры биологическими объектами. Модели с сосредоточенными параметрами	2	-	-	6	8
7	Математическое моделирование процесса аутостабилизации температуры биологическими объектами. Модели с распределенными параметрами	2	-	-	6	8
8	Математическая модель информационной системы биологических объектов и ее анализ	2	-	-	6	8
9	Математическое моделирование и исследование биотехнологического процесса для его оптимального проектирования	2	-	-	6	8
10	Математическое моделирование и оптимизация биотехнологического процесса	2	-	-	6	8
11	Моделирование морфологических особенностей биологических объектов, растущих на плоскости	2	-	-	6	8
12	Перспективы использования математического моделирования биологических и биотехнологических	2	-	-	6	8

объектов и их систем				
Итого:	24		12	72
				108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины «Математическое моделирование биологических и биотехнологических объектов» включает лекционные и лабораторные занятия, самостоятельную работу обучающихся. Подготовка к лекционному занятию включает выполнение всех видов заданий, рекомендованных к каждой лекции, то есть задания выполняются еще до лекционного занятия по соответствующей теме.

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Выполнение лабораторных работ по этому курсу проводится в тесном контакте с преподавателем. Поэтому не допускается пропуск занятий без уважительных причин, так как значительно усложнятся и работа над лабораторными работами, и их защита.

При подготовке к зачету необходимо учитывать рекомендации преподавателя, посещать консультации, активно задавать вопросы с целью улучшения понимания трудных разделов курса.

В течение семестра обучающимся предлагается самостоятельно выполнить и ряд лабораторных заданий, связанных с программированием методов машинного обучения.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения выполнять все указания преподавателей по работе на платформе, своевременно подключаться к online-занятиям, соблюдать рекомендации по организации самостоятельной работы.

К промежуточной аттестации (зачету) стоит готовиться по выданным преподавателями, реализующими дисциплину, теоретическим вопросам с учетом конспектов лекционных занятий, а также предлагаемой в рабочей программе дисциплины литературы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование.- М.: Физматлит, 2002.- 320 с.
2	Арзамасцев А.А. Математическое и компьютерное моделирование.- Тамбов. ТГУ им. Г.Р. Державина, 2010.- 256 с. (На кафедре имеется PDF файл этой книги).
3	Арзамасцев А.А., Зенкова Н.А. Математические модели в естественных науках. Учебное пособие. - Тамбов. ТГУ им. Г.Р. Державина, 2020.- 105 с. (На кафедре имеется PDF файл этой книги).

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Уздин, В.М. Математическое моделирование: метод анализа размерности : [16+] / В.М. Уздин ; Университет ИТМО. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2019. – 30 с. – Режим доступа: URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564012 .

5	Масягин, В.Б. Математическое моделирование и информационные технологии при проектировании : учебное пособие / В.Б. Масягин, Н.В. Волгина ; Минобрнауки России, Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017. – 167 с. : табл., схем., ил. – Режим доступа: URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493368
6	Захаров, Ю.В. Математическое моделирование технологических систем : учебное пособие / Ю.В. Захаров ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2015. – 84 с. : ил. – Режим доступа: URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477400
7	Губарь, Ю.В. Введение в математическое моделирование : практическое пособие / Ю.В. Губарь ; Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". – Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2007. – 153 с. : табл., схем. – Режим доступа: URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233992
8	Журнал «Математическое моделирование». Издается Институтом математического моделирования РАН. (PDF – версии статей журнала представлены в Internet).

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1	ЭБС «Консультант студента» (https://www.studmedlib.ru)
2	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com)
3	Зональная научная библиотека ВГУ (https://biblioclub.ru/)

* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы, онлайн-курсы, ЭУМК

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающегося должна включать изучение литературы и интернет-источников по тематике лекций и лабораторных работ. Для этого рекомендуется освоить теоретический материал, соответствующих тем, по конспектам лекций и презентационному материалу, размещенному на ЭО ресурсах, литературу из представленного ниже перечня, материалы с тематических ресурсов сети Интернет.

№ п/п	Источник
1	Режим доступа: http://spkurdyumov.ru/education/kurs-lekcij-matematicheskie-modeli-v-biologii/
2	Режим доступа: https://www.ulsu.ru/media/documents/Математическое_моделирование_биологических_процессов_методические_указания_для_самостоятельной_работы..PDF
3	Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Моделирование_биологических_систем
4	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – Режим доступа: http://www.ru/lib.vsu.ru
5	Университетская библиотека on-line Режим доступа: https://biblioclub.ru/

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

Дисциплина реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. Для организации самостоятельной работы обучающихся используется онлайн-курс, размещенный на платформе Электронного университета ВГУ (LMS moodle), а также Интернет-ресурсы, приведенные в п.15в.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения лекций и практических занятий: специализированная мебель, доска (меловая или маркерная)

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК-2.1	Знать: методы оценки качества и адекватности математических методов, связанных с искусственным интеллектом на основе нейронных сетей .	Разделы 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11, 1.12, 3.1, 3.2, 3.3 – 3.8	Устный опрос, процесс выполнения лабораторных работ и их защита
	Уметь: формировать планы проведения научно-исследовательских работ и разрабатывать методы для оценки качества и адекватности математических моделей.	Разделы 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11, 1.12, 3.1, 3.2, 3.3 – 3.8	Устный опрос, процесс выполнения лабораторных работ и их защита
	Владеть: навыками формирования планов проведения научно-исследовательских работ и разработки методов для оценки качества и адекватности математических моделей.	Разделы 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11, 1.12, 3.1, 3.2, 3.3 – 3.8	Устный опрос, процесс выполнения лабораторных работ и их защита
ПК-3.1	Знать: основные понятия, положения, законы и методы системы искусственного интеллекта на основе нейронных сетей	Разделы 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11, 1.12, 3.1, 3.2, 3.3 – 3.8	Устный опрос, процесс выполнения лабораторных работ и их защита
	Уметь: приводить научные положения и факты для обоснования сущности проблемы, определять возможности применения теоретических положений и методов дисциплины для постановки и решения конкретных прикладных задач	Разделы 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11, 1.12, 3.1, 3.2, 3.3 – 3.8	Устный опрос, процесс выполнения лабораторных работ и их защита
	Владеть: навыками использования инструментария для решения конкретных задач; навыками анализа и интерпретации полученных результатов	Разделы 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11, 1.12, 3.1, 3.2, 3.3 – 3.8	Устный опрос, процесс выполнения лабораторных работ и их защита
Промежуточная аттестация			КИМ

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено. Принимается во внимание выполнение всех 3-х лабораторных работ и их успешная защита. Если обучаемый не выполнил все три лабораторные работы, или не смог их все защитить, то зачет не ставится.

Для оценивания результатов обучения на зачете принимается во внимание:

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом курса;
- 2) обладание алгоритмическим мышлением, способностью реализовывать алгоритмы в виде программных кодов;
- 3) умение выполнять численный эксперимент и анализировать его результаты.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области компьютерного моделирования в математической физике.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>зачтено</i>
<i>Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), но допускает ошибки непринципиального характера.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>зачтено</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум(трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные знания допускает существенные ошибки.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>зачтено</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.</i>	–	<i>незачтено</i>

19.3 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Тематика лабораторных работ

- Построение математических моделей биологических объектов на основе эмпирических данных
- Построение стохастических математических моделей биологических объектов
- Построение математических моделей динамики биологических объектов

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

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах): *устного опроса и письменных работ (лабораторные работы)*. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков.

Отчет, оформленный в MS Word должен содержать цель работы, краткое описание методики выполнения работы, листинги программ на одном из языков программирования и полученные

результаты (графики, результаты вычислительных экспериментов и т.д.). Перед выполнением лабораторной работы обучаемые должны внимательно прослушать объяснения преподавателя (может проводиться в онлайн-режиме).

Отчет по каждой лабораторной работе оценивается преподавателем на основании изучения отчета студента и ответа на 2-3 вопроса по каждой лабораторной работе.

Примеры вопросов для защиты лабораторных работ.

1. Придумайте и назовите несколько объектов из области естественных наук (биология, физика, химия), которые могут быть представлены массивами эмпирических данных.
2. Нарисуйте несколько корреляционных полей некоторых факторов и оцените значение коэффициента корреляции.
3. Опишите алгоритм метода наименьших квадратов.
4. Какими способами можно проверить адекватность математической модели объекта?
5. Что понимать под адекватностью математической модели?
6. В чем особенность стохастических математических моделей? Каким образом можно осуществить проверку адекватности стохастических моделей?
7. Какова технология проверки адекватности модели на основе критерия согласия χ^2 ?

Описание технологии проведения

Взаимодействие студента и преподавателя

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: лабораторные работы, которые необходимо защитить.

Обучаемые должны сдать преподавателю отчеты по лабораторным работам и проявить свою осведомленность в относящейся к ним системе теоретических знаний, полученных из лекционного курса и литературы, изученной в ходе самостоятельной работы.

Критерии оценки ответов на вопросы зачета

Оценка «зачтено» - студент демонстрирует глубокое понимание темы, умеет распространять вытекающие из них выводы для анализа проекта и различных ситуаций в управлении проектом.

Оценка «зачтено» - студент демонстрирует понимание теоретических положений темы и базовых понятий, но допускает неточности в ответах, испытывает затруднения в применении знаний к анализу состояния проекта.

Оценка «зачтено» - студент отвечает не на все предложенные вопросы, но не менее, чем на половину из них; не демонстрирует способности применения теоретических знаний для анализа ситуаций в управлении проектом.

Оценка «незачтено» - студент демонстрирует непонимание теоретических основ и базовых понятий курса.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: зачет и доклад - презентация

Вопросы к зачету

1. Математическое моделирование. Основные определения.
2. Основные принципы математического моделирования.
3. Области использования математического моделирования.

4. Классификация математических моделей. Представление объекта и его модели в операторной форме.
5. Классификация математических моделей. ММ динамики и статики. Их свойства. Привести примеры.
6. Классификация математических моделей. ММ детерминированные и стохастические. Их свойства. Привести примеры.
7. Классификация математических моделей. ММ с распределенными и сосредоточенными параметрами. Их свойства. Привести примеры.
8. Классификация математических моделей. ММ дискретные и непрерывные. Их свойства. Привести примеры.
9. Классификация математических моделей. ММ стационарные, нестационарные и квазистационарные. Их свойства. Привести примеры.
10. Базовые принципы разработки математических моделей.
11. Процесс разработки математической модели. Основные этапы технологии. Их характеристики.
12. Погрешности расчетов на основе математических моделей.
13. Связь математического моделирования с другими областями наук.
14. Ситуации, в которых математическое моделирование является единственным инструментом познания в естественных науках.
15. Пример построения математической модели эмпирическим методом. Анализ результатов.
16. Пример построения математической модели теоретическим методом.
17. Пример построения математической модели комбинированным методом.
18. Основные характеристики моделей динамики и статики на примере результатов лабораторных работ № 7,8.
19. Основные характеристики детерминированных и стохастических моделей на примере результатов лабораторных работ № 4-6.
20. Основные характеристики моделей с распределенными и сосредоточенными параметрами на примере результатов лабораторной работы № 7.

Тематика докладов-презентаций

ОБЩИЕ НАПРАВЛЕНИЯ

1. Современные методы математического моделирования. Математические основы. Описание метода/алгоритма. Пример использования.
2. Современные численные методы. Особенности. Математические основы. Описание метода/алгоритма. Пример использования.
3. Современные методы моделирования, основанные на использовании генераторов случайных чисел. Алгоритмы генераторов случайных чисел.
4. Современные среды для математического моделирования. Их особенности. Примеры разработки моделей в среде.
5. Современные направления использования математических моделей и моделирования. Примеры и результаты.