

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 20.03.2023 10:38:56
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Биотехнические и медицинские
аппараты и системы»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ»

для подготовки бакалавров

по направлению

12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

по профилю

«Биотехнические и медицинские аппараты и системы»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

старший преподаватель, к.т.н. Тероева Ю.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БТС
01.02.2022, протокол № 1

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФИБС, 31.03.2022, протокол № 6

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФИБС
Обеспечивающая кафедра	БТС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	4
Семестр	7
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	17
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	3
Все контактные часы (академ. часов)	54
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	90
Всего (академ. часов)	144
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	4
Курсовая работа (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ»

Дисциплина посвящена рассмотрению основ моделирования процессов и систем с акцентом на практическом применении рассматриваемых подходов в задачах биомедицинской инженерии и медицинской информатики. Рассмотрены базовые аспекты моделирования: классификация моделей, требования к моделям, основы теории подобия, основы построения математических моделей, имитационное моделирование, объектно-ориентированный подход в моделировании. Программа дисциплины включает рассмотрение различных моделей биологических процессов и систем, применяемых в научных исследованиях и индустрии. Практические занятия посвящены исследованию пакетов и языков программирования, используемых для решения задач компьютерного моделирования. В рамках курсового проекта студентам предложено разработать модель биологического процесса и системы, используя современные программные средства для математического моделирования, такие как MATLAB и Julia.

SUBJECT SUMMARY

«MODELING OF BIOLOGICAL PROCESSES AND SYSTEMS»

The discipline is dedicated to studying basics in processes and systems modeling with focus on practical implementation of these approaches in biomedical engineering and medical informatics. It covers the core aspects of modeling, including classification of models, modeling requirements, basics of similarity theory, mathematical modeling, simulation, and object-oriented modeling. The program includes investigation of various biological systems and processes models that are successfully utilized in science and technology. Practical exercises are devoted on studying platforms and programming languages frequently used for computer modeling. In their course works students are offered to develop models of biological processes

and systems in modern computing and modeling environments, e.g. MATLAB and Julia.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель дисциплины - формирование компетенции обучающегося в области моделирования биологических процессов и систем, знакомство со свойствами, характеризующими живые и биотехнические системы, а также получение навыков экспериментальной оценки этих свойств, теоретических знаний о методах моделирования и практических навыков применения их к различным объектам моделирования.

2. Задачи дисциплины:

Изучение общих проблем и перспектив развития методов и средств математического моделирования в задачах исследования и оптимизации биологических процессов и систем.

Получение практических навыков реализации математических моделей биологических процессов и систем средствами компьютерного моделирования.

3. Знание классификации моделей, специфики моделируемого объекта, методов синтеза и исследования моделей.

Знание этапов моделирования.

Знание типовых математических схем.

4. Умение осуществлять формализацию и алгоритмизацию функционирования исследуемой системы, выбирать класс модели и оптимизировать ее структуру в зависимости от поставленной задачи, свойств моделируемого объекта и условий проведения эксперимента.

5. Формирование навыков адекватно ставить задачи исследования и оптимизировать сложные объекты на основе методов математического моделирования.

Получение навыков создания компьютерных моделей.

Получение навыков выполнения всех этапов моделирования от постановки за-

дачи до экспериментальной апробации модели.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Основы взаимодействия физических полей с биологическими объектами»
2. «Системный анализ медико-биологических исследований»
3. «Информационные технологии»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Производственная практика (преддипломная практика)»
2. «Основы организации научных исследований»
3. «Методы и технологии тестовых исследований»

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

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-2	Способен к моделированию элементов и процессов биологических и биотехнических систем, их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов
<i>ПК-2.1</i>	<i>Разрабатывает алгоритмы и реализует математические и компьютерные модели элементов и процессов биологических и биотехнических систем</i>
<i>ПК-2.2</i>	<i>Проводит исследования моделей элементов и процессов биотехнических систем с использованием программных продуктов и анализирует их результат</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1	2	0		0
2	Научное моделирование	2	2	3		10
3	Особенности моделирования БТС	2	2	3		10
4	Моделирование временных рядов	5	5	5	1	15
5	Конечные автоматы	2	2	0	1	20
6	Основы машинного обучения	5	4	6	1	35
	Итого, ач	17	17	17	3	90
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4				

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет дисциплины и ее задачи. Место моделирования биологических процессов и систем (МБПС) в медицине и технике. Структура содержания дисциплины и ее связь с другими дисциплинами учебного плана.
2	Научное моделирование	Понятие модели. Объекты, цели и задачи моделирования. Классификация методов моделирования. Связь моделирования с различными науками. Компьютерные и математические модели. Принципы имитационного моделирования и примеры моделей. Понятие адекватности модели. Обобщенный алгоритм построения модели. Цель моделирования. Постановка задачи. Построение концептуальной модели. Формализация содержательной части модели. Алгоритмизация процессов функционирования системы. Оптимизация структуры. Расчет параметров модели. Принятие решений по результатам моделирования.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
3	Особенности моделирования БТС	<p>История первых моделей в биологии. Современная классификация моделей биологических процессов. Специфика моделирования живых систем. Биологический объект моделирования и его свойства. Понятие биологической модели.</p> <p>Условия подобия двух объектов. Константы подобия. Сходственные параметры математических моделей. Построение функциональных зависимостей, связывающих масштабы сходственных параметров с размерами тела животных и человека. Процедура переноса. Пример экстраполяции результатов комбинированного воздействия факторов среды с экспериментальных животных на человека.</p>
4	Моделирование временных рядов	<p>Понятие временного ряда. Примеры временных рядов в медицинских и биологических данных. Классификация методов анализа временных рядов. Задачи и цель моделирования БМС. Примеры моделей биомедицинских сигналов (ЭКГ, ЭЭГ, сигнала движения). Регрессионный анализ. Модель линейной регрессии.</p>
5	Конечные автоматы	<p>Абстрактный конечный автомат, входной и выходной алфавит. Автоматы Мура и Мили. Задание конечных автоматов: таблица, структура, граф, матрица. Практическое применение конечных автоматов. Области применения конечных автоматов в биомедицинской инженерии.</p> <p>Определение вероятностного автомата: автоматы Мура и Мили. Y-детерминированные P-автоматы, матрица переходов, таблица начальных состояний, граф, таблица выходов. Расчет конечных состояний автомата. Цепи Маркова. Биологические модели на основе цепей Маркова. Применение дискретностochasticких схем в биомедицинской инженерии.</p>
6	Основы машинного обучения	<p>Определение машинного обучения и науки о данных. Задачи для машинного обучения. Процесс машинного обучения: сбор данных, анализ и подготовка данных, тренировка модели, оценка и улучшение модели. Алгоритмы машинного обучения: обучение с учителем и без учителя, мета-обучение. Регрессия, ассоциативные правила, K-средних, метод ближайших соседей, деревья решений, модельные деревья, нейронные сети, метод опорных векторов.</p>

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Временные ряды. Расчет скользящих статистик.	6
2. Простая линейная регрессия	6

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
3. Моделирование ЭКГ сигнала	5
Итого	17

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Введение в Julia. Установка, базовые понятия.	1
2. Режимы работы терминала.	1
3. Базовые типы. Композитные типы.	3
4. Функции. Создание функций. Множественная диспетчеризация.	3
5. Базовые конструкции языка.	2
6. Менеджер пакетов Pkg.	1
7. Создание модулей и пакетов.	2
8. Специальные возможности Julia.	2
9. Система контроля версий Git	2
Итого	17

4.4 Курсовое проектирование

Цель работы (проекта): Разработка и апробация модели биологического процесса или системы..

Содержание работы (проекта): 1. Введение.

2. Сравнительный анализ существующих моделей.

3. Разработка и детальное описание модели.

4. Апробация разработанной модели на экспериментальных данных.

5. Выводы о качестве модели и перспективы разработки.

Общие положения

1. Курсовая работа (КР) по курсу «Моделирование биологических процессов и систем» – это систематизированное самостоятельное исследование в рамках существующей информационной системы (ИС) и/или оценка качества проектирования существующей ИС и/или детальное изучение существующей ИС, представленное так, как если бы студент сам участвовал в её разработке. В особых случаях по договорённости с руководителем КР допускается самостоятельное

научное исследование и проектирование в интересах разработки оригинальных и перспективных научных проектов и работ.

2. КР выполняются студентом лично и оформляется на основании положений и правил, изложенных в методическом руководстве по оформлению КР.

3. Отчет о выполнении КР выполняется в соответствии с правилами оформления Отчётов научно-исследовательских работ и требованиями ГОСТ 7.32-2017.

4. Объем отчета (без учета приложений) должен составлять 30-40 с., шрифт Times New Roman, 14 пт., полуторный межстрочный интервал.

5. Отчет представляется к защите в электронном виде, в формате pdf, путем загрузки в системе Moodle.

6. На защите студент опираясь на подготовленный отчет о выполнении КР должен рассказать о проведенной работе и ответить на три вопроса преподавателя о проведенном исследовании.

7. Во время практических занятий студенту предоставляется возможность задать интересующие вопросы и получить консультацию преподавателя касательно КР.

Оценка за КР выставляется по результатам защиты по четырехбалльной шкале.

Критерии оценивания работы:

-”отлично” -работа представлена в установленные сроки, цель и задачи курсовой работы выполнены в полном объеме, отчет оформлен в соответствии с требованиями. На защите студент ответил верно на три дополнительных вопроса из трех.

-”хорошо” -работа представлена в установленные сроки или с опозданием не более 7 дней, цель и задачи курсовой работы выполнены не полностью, отчет оформлен с незначительным отклонением от требований. На защите студент ответил верно на два дополнительных вопроса из трех.

-”удовлетворительно” -работа представлена с опозданием более 7 дней, цель и задачи курсовой работы выполнены не полностью, отчет оформлен с отклонением от требований. На защите студент ответил верно на один дополнительный

вопроса из трех.

-”неудовлетворительно” -работа не представлена или выполнена не самостоятельно или цель и задачи курсовой работы не выполнены или отчет оформлен с грубейшими нарушениями требований к оформлению отчетов..

Темы:

№ п/п	Название темы	Перевод темы
1	Моделирование гликемической кривой	Modeling of glycemc curve
2	Функции легких и их модели	Functions of the lungs and their models
3	Игра ”Жизнь”	Conway’s Game of Life
4	Моделирование помех на ЭКГ	ECG interference modeling

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	10
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	10
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	10
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	20
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	20
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	5
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	10
ИТОГО СРС	90

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библи.
Основная литература		
1	Пустозеров, Евгений Анатольевич. Моделирование биологических процессов и систем [Текст] : учеб. пособие / Е. А. Пустозеров, 2021. -71, [1] с.	35
2	Инженерная физиология и моделирование систем организма [Текст] : монография / В.М.Ахутин, В.П.Нефедов, М.П.Сахаров и др.; Отв. ред. В.Н.Новосельцев, 1987. -236 с.	53
3	Устюжанин, Валерий Александрович. Моделирование биотехнических систем [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению "Биотехн. системы и технологии" / В. А. Устюжанин, И. В. Яковлева, 2014. -215 с.	53
Дополнительная литература		
1	Лазарев, Юрий. Моделирование процессов и систем в MATLAB [Текст] : учеб. курс / Ю. Лазарев, 2005. -511 с.	12
2	Medical Devices and Human Engineering [Текст] / ed.: J. D. Bronzino, D. R. Peterson, 2015. -XXII, 891 с.	4

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Мухин О. И., курс «Моделирование систем» http://stratum.ac.ru/education/textbooks/modelir/contents.html
2	Моделирование процессов и систем. Нелинейные динамические системы. Онлайн-курс https://openedu.ru/course/hse/MODSYS/
3	Ризниченко Г.Ю., «Курс лекций: математические модели в биологии» http://spkurdymov.ru/education/kurs-lekcij-matematicheskie-modeli-v-biologii/
4	Ризниченко Г.Ю., «Математическая биология» http://mathbio.ru
5	Официальный сайт языка программирования Julia https://julialang.org/

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=11344>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Моделирование биологических процессов и систем» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

Особенности допуска

Для допуска к зачету студенту необходимо защитить все лабораторные работы, а также защитить курсовую работу.

Итоговая оценка за курс рассчитывается как среднее арифметическое из оценок, полученных студентом во время семестра. Они включают:

-3 оценки за контрольные работы на знание теоретического материала и материала практических занятий.

Округление происходит по математическим правилам.

Оценки за контрольные работы выставляются по четырехбальной шкале.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Что такое временной ряд? Чем он характеризуется?
2	Примеры регулярных и нерегулярных временных рядов, встречающихся в медицине.
3	Опишите модель линейной регрессии.
4	Какими свойствами обладает случайная составляющая модели линейной регрессии?
5	Как определить наилучшее (с точки зрения суммарной ошибки) значение коэффициентов модели простой ЛР?
6	Какие требования предъявляются к остаткам модели линейной регрессии?
7	Дайте определение научному моделированию. В чем его отличие от других видов моделирования?
8	Свойства моделей (приведите не менее 5).
9	Типы подобия. Приведите не менее 2х примеров для каждого типа.
10	Дайте описание модели классификатора и хотя бы один пример. Какие задачи решает классификация? Какие свойства классов вам известны?
11	Цель и задачи моделирования БТС. Трудности моделирования БТС с учетом особенностей объекта моделирования.
12	Классификация моделей на детерминированные и стохастические. Приведите определение и по 1му примеру.
13	Математическое моделирование. Определение, преимущества/недостатки и основные виды.
14	Опишите этапы построения модели.

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Контрольная работа 1.

Введение в научное моделирование, основные понятия.

1. Дайте определение научному моделированию. В чем его отличие от других видов моделирования?

2. Свойства моделей (приведите не менее 5).

3. Типы подобия. Приведите не менее 2х примеров для каждого типа.

Контрольная работа 2.

Основные математические схемы. Регрессионный анализ.

1. Дайте определение конечного автомата. Какими способами он может быть задан?

2. Проведены замеры уровня гормона в крови у женщин на разных неделях беременности. Результаты наблюдений показаны в таблице.

Построены две модели линейной регрессии с коэффициентами:

1) $b_0 = -3, b_1 = 6$ 2) $b_0 = -2, b_1 = 4$

А) нарисуйте распределение данных и регрессионные прямые. Отметьте на графике остатки для одной модели. Проанализируйте качество моделей визуально;

Б) рассчитайте SSE и R^2 ;

В) учитывая полученные данные выберите лучшую модель и сделайте вывод о силе связи между переменными.

3. На рисунке приведен конечный автомат, который выдает на выходе 1 только в том случае, если на его вход подряд подана определенная комбинация 0 и 1.

1) Опишите используемый входной и выходной алфавиты.

- 2) Постройте матрицу переходов и выходов.
- 3) Какая входная последовательность (слово) обеспечивает на выходе автомата 1?

Контрольная работа 3.

Язык программирования Julia.

1. Опишите составной тип, описывающий врача (Doctor). В параметрах предусмотрите имя, специальность, цену часа приема и стаж работы (лет). Подумайте, какие из свойств типа могут быть изменены, а какие нет. Обеспечьте возможность изменять хотя бы одно свойств – стаж работы.

2. Напишите функцию *count_total_salary()*, которая принимает на вход аргумент типа Doctor и возвращает зарплату врача за весь период работы из расчёта 40 рабочих часов/месяц.

3. Напишите *в одну строку* функцию *get_name()*, которая принимает на вход аргумент типа Doctor и возвращает его имя.

4. Приведите пример переменных заданного типа:

a. Bool _____

b. Vector{String} _____

c. Symbol _____

d. UnitRange{Int64} _____

5. Каким образом задается переменная типа: “кортеж, содержащий строки или целые числа”

6. В чем отличие абстрактных и конкретных типов? Приведите хотя бы 2 примера конкретных типов.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сфор-

мированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Введение	
2	Научное моделирование	
3		
4		Отчет по лаб. работе
5	Особенности моделирования БТС	
6		Контрольная работа
7	Особенности моделирования БТС	
8		
9		Отчет по лаб. работе
10	Конечные автоматы	
11		
12		Контрольная работа
13	Моделирование временных рядов	
14		Отчет по лаб. работе
15	Основы машинного обучения	Контрольная работа
16	Особенности моделирования БТС	
17	Моделирование временных рядов	Защита КР / КП

6.4 Методика текущего контроля

Методика текущего контроля на лекционных занятиях.

Текущий контроль включает в себя:

- контроль посещаемости (не менее 80% занятий),
- выполнение 2-х контрольных работ, оценка за которые по четырехбалльной шкале выставляется по следующим критериям:

ной шкале выставляется по следующим критериям:

- «отлично» - вопрос раскрыт полностью, задача решена правильно
- «хорошо» - вопрос раскрыт не полностью, задача решена частично
- «удовлетворительно» - в ответе на вопрос имеются существенные ошибки; задача не решена или решена неправильно, но ход решения правильный
- «неудовлетворительно» - отсутствует ответ на вопрос или содержание ответа не совпадает с поставленным вопросом, задача не решена, ход реше-

ния неправильный.

Методика текущего контроля на лабораторных занятиях.

Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты.

В процессе обучения по дисциплине «Моделирование биологических процессов и систем» студент обязан выполнить 3 лабораторные работы. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение ее согласно методическим указаниям, подготовка отчета и его защита в индивидуальном порядке. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах до 3-х человек. Оформление отчета студентами осуществляется в количестве одного отчета на бригаду в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения всех требуемых в методических указаниях заданий и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре написания программы, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при вы-

полнении лабораторной работы.

Примеры контрольных вопросов приведены в методических указаниях по выполнению лабораторных работ.

Текущий контроль включает в себя:

- выполнение и сдачу в срок отчетов по лабораторным работам;
- защиту всех лабораторных работ, которая необходима для допуска к дифференциальному зачету. Оценка в формате зачтено/ не зачтено.

Методика текущего контроля на практических (семинарских) занятиях

В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д.

На практических занятиях студенту предлагаются задания и упражнения для развития навыков программирования. Студент должен продемонстрировать преподавателю выполненное задание в виде работоспособной программы, отчет по выполнению заданий не требуется.

Текущий контроль включает в себя:

- контроль посещаемости (не менее 80% занятий);
- выполнение практических заданий. Оценка в формате зачтено/ не зачтено.
- выполнение одной контрольной работы в формате тестирования, оценка за которой по четырехбалльной шкале выставляется по следующим критериям:
 - «отлично» - верно даны ответы на 85,0-100,0% вопросов;
 - «хорошо» - верно даны ответы на 65,0-84,9%;
 - «удовлетворительно» - верно даны ответы на 40,0-64,9%;
 - «неудовлетворительно» - верно даны ответы менее 39,9% вопросов.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная или меловая доска.	
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом. Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», рабочим столом преподавателя и проектором, экраном.	Julia (версия не ниже 1.8.2), Visual Studio Code, браузер и доступ к сети Интернет.
Практические занятия	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом. Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», рабочим местом преподавателя и проектором, экраном.	Julia (версия не ниже 1.8.2), Visual Studio Code, браузер и доступ к сети Интернет.
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА