

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 26.06.2023 13:33:40
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Ремонт и техническое обслужи-
вание медицинской техники»



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

**«МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА БИОМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ
И ДАННЫХ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

по профилю

«Ремонт и техническое обслуживание медицинской техники»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

профессор, д.т.н., старший научный сотрудник Калиниченко А.Н.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БТС
14.05.2019, протокол № 3

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФИБС, 30.05.2019, протокол № 9

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФИБС
Обеспечивающая кафедра	БТС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	4
Семестр	7
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	3
Все контактные часы (академ. часов)	54
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	126
Всего (академ. часов)	180
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (семестр)	7
Курсовая работа (семестр)	7

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА БИОМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ И ДАННЫХ»

Дисциплина посвящена изучению различных методов обработки биомедицинских сигналов и данных, а также реализации этих методов с использованием современных систем разработки программного обеспечения. Рассматриваются методы дискретного представления данных, методы цифровой фильтрации, статистические методы обработки экспериментальных данных, методы цифрового спектрального анализа. Приводятся примеры различных классов биомедицинских сигналов и методов их обработки на различных этапах: предварительная обработка, цифровая фильтрация, выделение информативных признаков, распознавание и классификация формы. Рассматриваются вопросы применения описываемых методов в приборах и системах медицинского назначения.

SUBJECT SUMMARY

«METHODS OF BIOMEDICAL SIGNALS AND DATA PROCESSING AND ANALYSIS»

The discipline is devoted to the study of different methods of biomedical data and signals analysis and to the practical realization of this methods with the use of modern software development systems. It discusses methods of discreet data presentation, digital filtering, statistical data processing methods and methods of digital spectral analysis. Examples of various biomedical signals are given and different stages of their processing are considered: preliminary processing, digital filtering, informative features detection and also the signals forms classification and recognition. Application of the studied methods in biomedical devices and systems is discussed.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. При освоении дисциплины обучающиеся получают теоретические знания по методам и алгоритмам обработки и анализа биомедицинских сигналов и данных, применяемым для диагностики состояния пациента, а также практические навыки программно-алгоритмической реализации рассматриваемых методов.

2. Задачи дисциплины:

Изучение принципов, методов и алгоритмов обработки и анализа биомедицинских сигналов и данных.

Приобретение навыков программирования алгоритмов цифровой обработки сигналов и данных.

Формирование умения применять полученные знания в разработках, связанных с исследованием и проектированием программно-алгоритмического обеспечения приборов, систем и комплексов биомедицинского назначения.

Ознакомление с современными тенденциями развития компьютерных методов анализа данных и перспективами их использования в биологии и медицине.

3. Освоение современных знаний развития информационных технологий и перспектив их использования в биологии и медицине.

4. Формирование навыков работы с научной литературой для самостоятельного решения научно-исследовательских и прикладных задач в данной области знаний. Умение применять полученные знания в разработках, связанных с исследованием и проектированием информационного обеспечения приборов, систем и комплексов биомедицинского назначения.

5. Получение навыков использования современных программных средств, ориентированных на решение задач автоматического анализа сигналов. Навыки программирования в данной области.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Информационные технологии»

2. «Математический анализ»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Компьютерные технологии в медико-биологической практике»

2. «Планирование эксперимента»

3. «Основы организации научных исследований»

4. «Программные средства обработки биомедицинских данных»

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
ОПК-3	Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики биотехнических систем и технологий
<i>ОПК-3.1</i>	<i>Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений</i>
<i>ОПК-3.2</i>	<i>Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов</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	ИКР, ач	СР, ач
1	Дискретизация и квантование сигналов	1	4		10
2	Основные понятия линейной цифровой фильтрации	1	4		12
3	Частотные характеристики цифровых фильтров	2	4		14
4	Нерекурсивные и рекурсивные цифровые фильтры	3	4	1	14
5	Адаптивная цифровая фильтрация	1	4		14
6	Цифровые оценки автокорреляционной и взаимной корреляционной функций	3	4	1	18
7	Основы цифрового спектрального анализа сигналов	4	6	1	22
8	Обзор методов цифровой обработки ЭКГ и ЭЭГ	2	4		22
	Итого, ач	17	34	3	126
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Дискретизация и квантование сигналов	Аналоговые (непрерывные) и дискретные (цифровые) сигналы. Достоинства и недостатки аналоговой и цифровой обработки сигналов. Понятия аналого-цифрового преобразования. Дискретизация и квантование. Дискретизация: интервал дискретизации, частота дискретизации. Теорема отсчетов, формулировка и физический смысл. Наложение, маскирование спектров. Демонстрация эффекта наложения с помощью тригонометрических выкладок. Практические выводы из теоремы отсчетов. Квантование: Конечность цифрового представления, уровни квантования, ошибка квантования, динамический диапазон АЦП, число уровней квантования, разрядность АЦП.
2	Основные понятия линейной цифровой фильтрации	Обобщенное разностное уравнение цифрового фильтра. Классификация цифровых фильтров по виду амплитудно-частотных характеристик. Структурная схема цифрового фильтра. Импульсная и переходная характеристики.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
3	Частотные характеристики цифровых фильтров	Частотные характеристики цифрового фильтра: АЧХ и ФЧХ, их физический смысл. Z-преобразование и его использование для определения передаточной функции цифрового фильтра. Z-плоскость в полярных координатах. Нули и полюса передаточной функции на комплексной плоскости. Условия устойчивости цифрового фильтра. Аналитический способ определения передаточной функции цифрового фильтра. Графическое определение частотных характеристик цифрового фильтра.
4	Нерекурсивные и рекурсивные цифровые фильтры	Сравнительные характеристики нерекурсивных и рекурсивных фильтров. Условия линейности ФЧХ нерекурсивного цифрового фильтра. Цифровое дифференцирование. Цифровое интегрирование. Фильтры Баттерворта.
5	Адаптивная цифровая фильтрация	Принцип адаптивной компенсации помех. Адаптивный цифровой фильтр сетевой наводки.
6	Цифровые оценки автокорреляционной и взаимной корреляционной функций	Автокорреляционная функция (АКФ) и взаимная корреляционная функция (ВКФ). Вычисление оценок АКФ и ВКФ цифровым способом. Смещённая и несмещённая оценки АКФ и ВКФ. Нормированная и ненормированная оценки АКФ и ВКФ.
7	Основы цифрового спектрального анализа сигналов	Классические и параметрические методы цифрового спектрального анализа. Дискретное преобразование Фурье. Амплитудный спектр, спектр мощности и спектральная плотность мощности. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Последовательность этапов СА на основе быстрого преобразования Фурье. Типичная последовательность этапов СА на основе БПФ. Спектральная утечка и использование окон. Повышение статистической устойчивости спектральной оценки. Параметрические методы спектрального анализа, модель авторегрессии -скользящего среднего и ее использование для получения спектральной оценки.
8	Обзор методов цифровой обработки ЭКГ и ЭЭГ	Применение цифровой фильтрации для обработки ЭКГ. Спектральный анализ ЭКГ. Корреляционный анализ сигналов ЭКГ и ЭЭГ. Спектральный анализ variability сердечного ритма.

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Задачи цифровой обработки биомедицинских сигналов	4
2. Дискретизация и квантование сигналов	4
3. Линейные цифровые фильтры и их характеристики	8
4. Применение цифровой фильтрации для обработки биомедицинских сигналов	4
5. Оценки корреляционных функций для дискретных сигналов	4
6. Цифровой спектральный анализ	6
7. Применение методов цифрового спектрального анализа для обработки биомедицинских сигналов	4
Итого	34

4.4 Курсовое проектирование

Цель работы (проекта): Практическое освоение методов цифровой обработки биомедицинских данных в среде программирования MATLAB.

Содержание работы (проекта): Решаемые в курсовой работе задачи:

- Разработка цифрового фильтра с заданными характеристиками и его программная реализация.
- Расчёт корреляционных функций заданных биомедицинских сигналов.
- Спектральный анализ заданных биомедицинских сигналов.
- Разработка пользовательского интерфейса программы, наглядно демонстрирующей действие реализованных методов обработки и анализа биомедицинских сигналов.

Курсовая работа, выполняемая студентами, должна содержать следующие материалы:

- задание на курсовую работу;
- краткий обзор рассматриваемой в проекте проблемы анализа биомедицинских сигналов (происхождение и основные свойства сигналов, задачи автоматического анализа, краткое описание методов, применяемых в данном задании);
- описание разработанного цифрового фильтра, включающее все перечисленные в задании формы представления фильтра, а также экранную форму сессии утилиты MATLAB “Filter Design and Analysis Tool”;

- экранные формы разработанной программы во всех предусмотренных режимах работы;
- тексты разработанных программ;
- анализ получаемых программой результатов.

Требования к оформлению и сдаче работы:

- оформление пояснительной записки на курсовую работу выполняется в соответствии с требованиями к студенческим работам принятым в СПбГЭТУ ЛЭТИ. Защита курсовой работы осуществляется в соответствии с требованиями «Положения о промежуточной аттестации»;
- объем работы должен составлять не менее 10 страниц без учета текстов программ;
- перед оформлением работы преподавателю должна быть представлена на проверку разработанная программа;
- окончательный вариант программы должен быть представлен как на бумажном носителе, так и в электронном виде;
- количество использованных источников должно составлять не менее пяти;
- в ходе защиты обучающийся должен продемонстрировать как умение разрабатывать программы, так и знания по существу используемых методов обработки данных и по интерпретации полученных результатов.

Темы:

№ п/п	Название темы	Перевод темы
1	Сравнительный анализ ЭКГ в норме и при патологии	

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 деятель-

ности, которые указывают путь решения проблемы.

Самостоятельное изучение студентами теоретических основ дисциплины обеспечено необходимыми учебно-методическими материалами (учебники, учебные пособия, конспект лекций и т.п.), выполненными в печатном или электронном виде.

По каждой теме содержания рабочей программы могут быть предусмотрены индивидуальные домашние задания (расчетно-графические работы, рефераты, конспекты изученного материала, доклады и т.п.).

Изучение студентами дисциплины сопровождается проведением регулярных консультаций преподавателей, обеспечивающих практические занятия по дисциплине, за счет бюджета времени, отводимого на консультации (внеаудиторные занятия, относящиеся к разделу «Самостоятельные часы для изучения дисциплины»).

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	30
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	5
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	35
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	5
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	16
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	5
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	15
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	126

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 библ.
Основная литература		
1	Рангайян, Рангарадж Мандаям. Анализ биомедицинских сигналов [Текст] : практ. подход : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. диплом. специалистов 200400 (653900) "Биомед. техника" по специальностям 200401 (190500) "Биотехн. и мед. аппараты и системы", 200402 (190600) "Инженерное дело в медико-биол. практике" и направлению подгот. бакалавров и магистров 200300 (553400) "Биомедицинская инженерия" / Р.М. Рангайян ; пер. с англ. А. Н. Калиниченко под ред. А. П. Немирко, 2007. -439 с.	174
2	Немирко, Анатолий Павлович. Математический анализ биомедицинских сигналов и данных [Текст] / А. П. Немирко, Л. А. Манило, А. Н. Калиниченко, 2017. -246 с.	36
3	Калиниченко, Александр Николаевич. Цифровая обработка сигналов в медицинских приборах и системах [Текст] : учеб. пособие / А. Н. Калиниченко, 2022. -99 с.	20
Дополнительная литература		
1	Хемминг, Ричард В. Цифровые фильтры [Текст] / Р.В. Хемминг ; пер. с англ. В.И. Ермишина ; под ред. А.М. Трахтмана, 1980. -224 с.	29
2	Марпл-мл., Стенли Лоренс. Цифровой спектральный анализ и его приложения [Текст] : монография / С. Л. Марпл-мл.; Пер. с англ. О. И. Хабарова и Г. А.Сидоровой; Под ред. И. С. Рыжака, 1990. -584 с. с.	23
3	Микрокомпьютерные медицинские системы. Проектирование и применения [Текст] : монография / Г.Фурно, Д.Дас, Г.Спренгер и др; Под ред. У.Томпкинса, Дж.Уэбстера; Пер. с англ. под ред. Е.А.Умрюхина, 1983. - 544 с.	16

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

№ п/п	Электронный адрес
1	The Research Resource for Complex Physiologic Signals http://www.physionet.org

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=11784>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Методы обработки и анализа биомедицинских сигналов и данных» 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

Условиями допуска к дифференциальному зачёту являются:
посещаемость лекций и практических занятий не менее 70 %;
выполнение 2-х тестов с оценками ”отлично”, ”хорошо” или ”удовлетворительно”;
выполнение и защита всех лабораторных работ;
защита курсовой работы с оценкой ”отлично”, ”хорошо” или ”удовлетворительно”.

На зачёте с оценкой студент получает билет, содержащий два теоретических вопроса.

Критерии выставления оценки за экзамен:

- «отлично» -оба вопроса раскрыты полностью;
- «хорошо» -один из вопросов раскрыт не полностью, но пробелы не имеют принципиального значения;
- «удовлетворительно» -один из вопросов не раскрыт или изложен с существенными пробелами, при условии, что второй вопрос раскрыт полностью;
- «неудовлетворительно» -отсутствует правильный ответ на оба вопроса или содержание ответа не соответствует поставленным вопросам.

Итоговая оценка рассчитывается как среднее арифметическое оценок за тесты и зачёт.

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

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Основные виды биомедицинских сигналов
2	Основные задачи анализа биомедицинских сигналов и основные проблемы связанные с анализом биомедицинских сигналов.
3	Шумы и помехи при съёме биомедицинских сигналов. Классификация и основные характеристики

4	Метод синхронного усреднения при анализе биомедицинских сигналов.
5	Цифровая фильтрация. Виды и характеристики цифровых фильтров.
6	Фильтры скользящего среднего
7	Операторы для устранения низкочастотных артефактов, основанные на производной
8	Фильтры нижних частот Баттерворта
9	Фильтры верхних частот Баттерворта
10	Режекторный и гребёноччатый фильтры для устранения периодических артефактов
11	Фильтр Винера
12	Обнаружение событий при анализе биомедицинских сигналов. Виды событий
13	Методы обнаружения QRS-комплекса, основанные на производных.
14	Алгоритм обнаружения QRS-комплекса Пана-Томпкинса.
15	Использование корреляционного анализа для обнаружения ритмов ЭЭГ
16	Алгоритм обнаружения комплекса спайк-волна в сигнале ЭЭГ на основе сопоставления с образцом.
17	Когерентный анализ каналов ЭЭГ
18	Алгоритмы обнаружения Р-зубца в сигналах ЭЭГ
19	Дискретное преобразование Фурье. Основные свойства Дискретного преобразования Фурье.
20	Оценка функции спектральной плотности мощности. Периодограмма.
21	Оценка автокорреляционной функции
22	Моменты функции спектральной плотности мощности. Отношения спектральных мощностей
23	Алгоритмы распознавания образов на основе обучения с учителем. Дискриминантные и решающие функции. Функции расстояния. Правило ближайшего соседа.
24	Алгоритмы распознавания образов на основе обучения без учителя. Методы и алгоритмы поиска кластеров.
25	Алгоритмы распознавания образов на основе вероятностных моделей и статистических решений.

Форма билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный электротехнический

университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

БИЛЕТ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ЗАЧЁТА № 1

Дисциплина: «Методы обработки и анализа биомедицинских сигнала-

ЛОВ И ДАННЫХ»

1. Режекторный и гребёнчатый фильтры для устранения периодических артефактов

2. Оценка функции спектральной плотности мощности. Периодограмма.

УТВЕРЖДАЮ

Зав. каф. БТС д.т.н., проф.

З.М.

Юлдашев

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Тестовые задания № 1

Вопрос 1: Частота дискретизации сигнала 300 Гц.

Сигнал представляет собой синусоиду с частотой 170 Гц.

Определить значение частоты в диапазоне от 0 Гц до 150 Гц, которая будет наблюдаться в дискретном сигнале в результате эффекта наложения.

Вопрос 2: Заданы следующие параметры аналого-цифрового преобразователя:

Размах динамического диапазона 8 В, разрядность 11 бит.

Определить величину шага квантования АЦП.

Тестовые задания № 2

Вопрос 1: При вычислении спектральной плотности мощности с использованием быстрого преобразования Фурье (БПФ) в результате дополнения нулями фрагмента сигнала, первоначально содержавшего 200 отсчётов коэффициент потери мощности оказался равным 2,56

Определить:

- размер массива, использованного для вычисления БПФ

- выигрыш в числе операций, полученный за счёт использования БПФ.

Вопрос 2: В результате усреднения сигнала методом синхронного накопления было получено значение отношения сигнал/шум: $SNR=50:1$. Отношение сигнал/шум в исходном сигнале равнялось: $SNR=2:1$.

Определить, какое число усреднений было выполнено.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности 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
5	Дискретизация и квантование сигналов Основные понятия линейной цифровой фильтрации Нерекурсивные и рекурсивные цифровые фильтры	
6		
7		
8		
9		
10		Тест
11	Цифровые оценки автокорреляционной и взаимной корреляционной функций Основы цифрового спектрального анализа сигналов	
12		
13		
14		Тест
15	Основные понятия линейной цифровой фильтрации Основы цифрового спектрального анализа сигналов	
16		Защита КР / КП

6.4 Методика текущего контроля

Текущий контроль **на лекционных занятиях** включает в себя:

- контроль посещаемости (не менее 70% занятий),
- выполнение 2-х **тестов**, каждый из вариантов которых содержит по три вопроса с четырьмя вариантами ответа. Оценка за тесты выставляется по следующим критериям:

- оценка "отлично" ставится за все правильные ответы,
- оценка "хорошо" - за два правильных ответа,
- оценка "удовлетворительно" - за один правильный ответ,
- оценка "неудовлетворительно" - при отсутствии правильных ответов.

В процессе обучения студент обязан выполнить **6 лабораторных работ**. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется индивидуально или в бригадах до 3 человек. Оформление отчета студентами осуществляется в количестве одного отчета на бригаду в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ ЛЭТИ правилами оформления студенческих работ. Отчет

оформляется после выполнения экспериментальных исследований 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 проведения экспериментальных исследований, 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 выполнении лабораторной работы.

Текущий контроль **практических занятий** включает в себя контроль посещаемости (не менее 70 % занятий), по результатам которого студент получает допуск на зачёт. При этом активность студентов может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

Текущий контроль при выполнении **курсовой работы** осуществляется в соответствии с методическими указаниями по курсовому проектированию и заданием на курсовую работу. Оформление пояснительной записки на курсовую работу выполняется в соответствии с требованиями к студенческим работам принятым в СПбГЭТУ ЛЭТИ. Защита курсовой работы осуществляется в соответствии с требованиями «Положения о промежуточной аттестации».

Выполнение курсовой работы оценивается по следующей шкале:

- «отлично» - работа выполнена полностью правильно и в соответствии с

заданием

- «хорошо» - работа выполнена не полностью, но основные задания выполнены верно или с несущественными ошибками
- «удовлетворительно» - в работе имеются существенные ошибки, но в целом задание выполнено
- «неудовлетворительно» - задание не выполнено совсем или выполнено не полностью с существенными ошибками, искажающими суть задания.

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. Проектор, экран, компьютер., маркерная или меловая доска.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше.
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя. Проектор, экран, компьютер., маркерная или меловая доска.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше; 3) MATLAB 2019 и выше.
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
1	31.08.2020	РП ГИА актуальна	Протокол №10 от 31.08.2020	профессор, д.т.н., старший научный сотрудник, А.Н. Калининченко	
2	19.05.2021	РП ГИА актуальна	Протокол №8 от 19.05.2021	профессор, д.т.н., старший научный сотрудник, А.Н. Калининченко	
3	18.05.2022	РП ГИА актуальна	Протокол №8 от 18.05.2022	профессор, д.т.н., старший научный сотрудник, А.Н. Калининченко	