

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 23.05.2023 11:23:40  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

Приложение к ОПОП  
«Электропривод и автоматика»

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

**«СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

по профилю

**«Электропривод и автоматика»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н., доцент Константинов К.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РАПС  
16.04.2022, протокол № 2

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФЭА, 23.04.2022, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭА
Обеспечивающая кафедра	РАПС
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	4
Семестр	7
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	34
Лабораторные занятия (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	3
Все контактные часы (академ. часов)	88
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	92
Всего (академ. часов)	180
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Дифф. зачет (курс)	4
Курсовая работа (курс)	4

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ»**

Дисциплина знакомит слушателей с теоретическими знаниями в области общих физических закономерностей и принципов построения систем управления электроприводов (ЭП) и особенностей взаимодействия элементов электромеханической системы. Рассматриваются основы математического моделирования, исследования и проектирования ЭП постоянного и переменного тока; принципам построения систем управления ЭП различных типов и назначений, реализация этих принципов современными аппаратными и программными средствами.

## **SUBJECT SUMMARY**

### **«ELECTRIC DRIVE CONTROL SYSTEMS»**

The discipline introduces the students with theoretical knowledge in the field of general physical regularities and principles of construction of control systems of electric drives and features of interaction of elements of the electromechanical system. The basics of mathematical modeling, research and design of DC and AC EP are considered; principles of construction of EP control systems of various types and purposes, implementation of these principles by modern hardware and software.

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель дисциплины – освоение дисциплинарных компетенций, связанных с изучением принципов построения современных систем управления электроприводами электроэнергетических и электротехнических систем, проектированием типовых систем автоматического управления электроприводами на базе методов их математического описания и исследования (анализа и синтеза).

2. Задачи дисциплины:

-формирование у студентов теоретических знаний в области общих физических закономерностей и принципов построения систем управления электроприводов (ЭП) и особенностей взаимодействия элементов электромеханической системы; обучение студентов принципам построения систем управления ЭП различных типов и назначений,

-формирование у студентов умения применения математического моделирования при исследовании и проектировании ЭП постоянного и переменного тока;

-формирование у студентов навыков реализации систем управления современными аппаратными и программными средствами.

3. В результате изучения дисциплины необходимо овладеть знаниями построения современных систем управления электроприводами; методами математического описания функциональных компонентов современных электроприводов, методами анализа и синтеза систем управления электроприводами.

4. В результате изучения дисциплины необходимо овладеть умением обосновывать принятие конкретного технического решения при создании электроприводов, функционирующих в режимах стабилизации, программного и следящего управления.

5. В результате изучения дисциплины необходимо овладеть навыками расчета

параметров регуляторов типовых систем управления электроприводами постоянного и переменного тока; работы с интегрированными средами разработки и исследования систем управления электроприводами.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Теоретические основы электротехники»
2. «Микропроцессорные средства управления»
3. «Теория автоматического управления»
4. «Электрические машины»
5. «Моделирование в электромеханике»
6. «Моделирование в электротехнике»
7. «Силовая электроника»
8. «Электрические измерения в электроприводе»
9. «Электрический привод»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Производственная практика (проектная практика)»
2. «Производственная практика (преддипломная практика)»
3. «Робототехника»
4. «Электропривод в современных технологиях»

### 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:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ПК-1	Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования
<i>ПК-1.1</i>	<i>Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений</i>
<i>ПК-1.2</i>	<i>Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений</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	Общие сведения о СУЭП, структура СУЭП, расчет элементов СУЭП	6	4	6		12
2	Релейно-контакторные СУЭП	4	1	6		20
3	СУЭП на базе машин постоянного тока	8	1	6		10
4	СУЭП на базе машин переменного тока	8	7	8	3	30
5	СУЭП специального назначения	8	4	8		20
	Итого, ач	34	17	34	3	92
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	180/5				

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Общие сведения о СУЭП, структура СУЭП, расчет элементов СУЭП	Назначение функции СУЭП. Классификация и способы описания СУЭП. Типовые обратные связи, регулирование по возмущению и по отклонению. Расчет и построение статических и динамических характеристик электропривода.
2	Релейно-контакторные СУЭП	Понятие РКСУ, назначение и выполняемые функции. Типовые алгоритмы и схемы РКСУ. Назначение, алгоритмы и принципы построения систем защиты электроприводов. Принципы построения РКСУ на бесконтактных элементах.
3	СУЭП на базе машин постоянного тока	Регулирование скорости электропривода постоянного тока при помощи управляемых преобразователей постоянного тока. Системы с суммирующим усилителем: реализация процесса суммирования нескольких входных сигналов; по скорости, ЭДС, току, напряжению, особенности их реализации; форсировки и отсечки; статические и динамические характеристики СУЭП. Моделирование систем управления электроприводами постоянного тока.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	СУЭП на базе машин переменного тока	Особенности асинхронных электроприводов: особенности асинхронного двигателя как объекта управления; классификация способов регулирования координат асинхронного электродвигателя; допущения, принимаемые при построении СУЭП на базе асинхронного двигателя. Скалярное частотное управление: разомкнутые системы управления, законы частотного регулирования; замкнутые системы управления с обратными связями по скорости, по току, по скольжению. Принципы векторного управления асинхронными машинами.
5	СУЭП специального назначения	Управление положением и следящие электроприводы: задачи позиционирования и слежения, требования к электроприводам; типовые узлы систем управления позиционным электроприводом переменного тока; структурные схемы и основные элементы следящего электропривода; статические и динамические характеристики; способы повышения точности.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование машины постоянного тока как динамического звена СУЭП, составление модели машины постоянного тока.	6
2. Изучение релейно-контакторной системы управления, настройка РКСУ	6
3. Исследование элементов (динамических звеньев) системы управления машины постоянного тока	6
4. Изучение электропривода переменного тока со скалярным управлением на базе преобразователя частоты.	8
5. Изучение следящего электропривода на базе синхронной машины.	8
Итого	34

## 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Структура и выбор параметров системы управления электроприводом	2
2. Законы частотного регулирования, механическая характеристика асинхронного двигателя при частотном управлении	4
3. Использование пропорционального и пропорционально-интегрального регуляторов в системах регулирования ЭП.	3

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
4. Стандартные настройки контуров на оптимум по модулю и симметричный оптимум. Настройка контура регулирования тока.	4
5. Построение многоконтурных систем управления ЭП, Настройка контура регулирования частоты вращения	4
Итого	17

#### 4.4 Курсовое проектирование

Цель работы (проекта): Цель выполнения курсовой работы -получение навыков по проектированию систем управления электропривода: расчет характеристик электродвигателя, в соответствии с параметрами рабочего органа; выбор преобразователя частоты, защитной и коммутационной аппаратуры; составление структурной схемы управления ЭП; расчет характеристик элементов СУЭП и моделирование синтезированной системы..

Содержание работы (проекта): Содержание курсовой работы:

- 1.Определить эквивалентный момент и эквивалентную мощность привода, выбрать электродвигатель, построить механическую и электромеханическую характеристики машины;
- 2.Произвести выбор защитной и коммутационной аппаратуры, составить схему управления электроприводом;
- 3.Составить структурную схему системы управления электроприводом, с учётом индивидуального задания, определить характеристики динамических звеньев системы, произвести расчёт параметров регуляторов;
- 4.Составить модель системы электропривода, проверить адекватность моделей элементов, произвести моделирование работы электропривода при заданных нагрузках;
- 5.Индивидуальное задание

Варианты индивидуального задания к КР

1.Механическая нагрузка электропривода:

а)Нагрузка -вентиляторная  $M_c = K \cdot \omega^2$

b) Нагрузка – вязкое трение  $M_c = K \cdot \omega^2$

c) Нагрузка – грузоподъемный механизм  $M_c = \text{const}$

2. Настройка регулятора частоты вращения:

a) Аналитически на технический (модальный) оптимум

b) Аналитически на симметричный оптимум

c) Экспериментально по методу Циглера-Николса (П-регулятор)

d) Экспериментально по методу Циглера-Николса (ПИ-регулятор)

e) Экспериментально по методу Циглера-Николса (ПИД-регулятор)

3. Разработка схемы управления ПЧ

a) Управление с удаленного пульта и аналоговым задатчиком частоты вращения

b) Управление с удаленного пульта и дискретным заданием частоты вращения

c) Управление с удаленного пульта и управлением частотой вращения по заданной программе

d) Бездатчиковое управление с компенсацией скольжения

Требования к содержанию курсовой работы:

В курсовой работе обязательно должны быть представлены:

нагрузочные и скоростные диаграммы ЭП;

выбор электродвигателя и проверка выбранной машины на перегрузочную способность и перегрев;

выбор преобразователя и схема электрическая принципиальная электропривода;

структурная схема системы управления, выбор структуры и расчет параметров регуляторов;

модель системы управления привода в среде MATLAB Simulink либо аналогичной;

результаты моделирования динамических процессов при малых входных воздействиях и в заданных рабочих режимах.

Требования к оформлению:

Работа оформляется в соответствии с ГОСТ 7.32—2017 и «Требования к оформ-

лению научно-технических отчетов» СПбГЭТУ.

Примерный объем работы 30-35 с., количество источников -не менее 7..

Темы:

№ п/п	Название темы	Перевод темы
1	Разработка и исследование скалярной системы управления электроприводом на базе асинхронной машины	Design and study of scalar electric drive control system based on asynchronous machine

#### **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. В рамках выполнения внеаудиторной самостоятельной работы

обучающимся 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.

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	10
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	4
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	34
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	34
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
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
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>92</b>

## 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	Соколовский, Георгий Георгиевич. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием [Текст] : учеб. для вузов по специальности 140604 "Электропривод и автоматика промышл. установок и технол. комплексов" направления подгот. 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Г.Г. Соколовский, 2006. -265 с.	54
2	Терехов, Владимир Михайлович. Системы управления электроприводов [Текст] : учеб. для вузов по специальности 140604 "Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов" направления подгот. дипломир. специалистов 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В.М. Терехов, О.И. Осипов ; под ред. В.М. Осипова, 2005. -300 с.	40
Дополнительная литература		
1	Новиков, Владислав Александрович. Типовые автоматические системы управления электроприводами производственных механизмов [Текст] : учеб. пособие / В. А. Новиков, 1992. -76 с.	118
2	Постников, Юрий Владимирович. Автоматизированные системы управления электроприводами с упругостью [Текст] : учеб. пособие / Ю. В. Постников, Г. Г. Соколовский, 1990. -80 с.	100
3	Башарин, Артемий Васильевич. Управление электроприводами [Текст] : учеб. пособие для вузов / А.В. Башарин, В.А. Новиков, Г.Г. Соколовский, 1982. -392 с.	141
4	Самохвалов, Дмитрий Вадимович. Управление синхронными двигателями малой мощности [Текст] : учеб. пособие / Д. В. Самохвалов, 2020. -183, [1] с.	30
5	Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальности 140604 "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов" / [М.П. Белова [и др.]] ; под ред. В.А.Новикова, Л.М. Чернигова, 2006. -367 с.	89

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

№ п/п	Электронный адрес
-------	-------------------

№ п/п	Электронный адрес
1	Центринженерных технологий и моделирования "Экспонента" <a href="https://exponenta.ru/motor-control">https://exponenta.ru/motor-control</a>
2	Энциклопедия АСУ ТП. <a href="https://microtechnics.ru/nastrojka-pid-regulyatora-metod-czi-glera-nikolsa/">https://microtechnics.ru/nastrojka-pid-regulyatora-metod-czi-glera-nikolsa/</a>
3	Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика <a href="http://pribor.tgizd.ru/">http://pribor.tgizd.ru/</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10322>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Системы управления электроприводами» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

#### Зачет с оценкой

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
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 понятий; владеет основными определениями (понятиями) и способен последовательно объяснить ход решения практической задачи
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения; используя знания формул, способен решить практическую задачу по готовой методике.
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом: на основании физических законов способен составить математическую модель объекта и рассчитать основные технические характеристики системы, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

## Особенности допуска

Для допуска к зачету студенту необходимо в установленные сроки;

- 1.успешно защитить курсовую работу ;
- 2.выполнить и защитить все, предусмотренные программой, лабораторные работы.

Дифференциальный зачет проводится в виде собеседования по вопросам из «Вопросы к дифф. зачету» п. 6.2. По результату собеседования выставляется оценка за зачет с оценкой.

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

### Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Понятие о системе управления электроприводами (СУЭП), место и назначение этой системы в составе автоматизированного электропривода. Основные функции СУЭП.
2	Электрическая машина, как звено системы автоматического регулирования, статические и динамические характеристики машины постоянного тока.
3	Датчики тока, ЭДС якоря, частоты вращения, положения, используемые в системах управления электроприводами, их статические и динамические характеристики.
4	Принципы автоматического управления реостатным пуском и торможением электропривода. Узлы пуска, торможения электродвигателей, работающих в функции времени, скорости, тока.
5	Основные типы защиты электропривода, цепи защиты в релейных схемах управления, защитные блокировки, обеспечивающие безопасность эксплуатации схем электропривода.
6	Импульсный преобразователь как звено САР, статические и динамические характеристики.
7	Двухконтурная САР с ограничением промежуточных координат.
8	Двухконтурная САР с подчинённым регулированием.
9	Особенности построения систем защиты электроприводов с непрерывным управлением. Примеры построения элементов систем защиты.
10	Синтез контура регулирования тока, обеспечение устойчивости, типовые корректирующие звенья.
11	Синтез контура регулирования частоты вращения, обеспечение необходимой точности и устойчивости.

12	Понятие двухзонного регулирования. Рациональный процесс управления магнитным потоком двигателя. Структурная схема электропривода с двух зонным регулированием частоты вращения.
13	Основные понятия адаптивных систем автоматического управления, элементы адаптивных систем управления электроприводами. Типовые узлы адаптивных систем.
14	Системы управления положением, особенности построения систем управления привода с позиционированием.
15	Структурная схема, передаточные функции асинхронного двигателя как элемента СУЭП
16	Релейно-контакторные системы управления пуском реверсом и торможением асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором.
17	Системы плавного пуска асинхронных электродвигателей (софтстартеры).
18	Преобразователя частоты (U-инвертор), как звено САР, статические и динамические характеристики преобразователя частоты.
19	Структурная схема системы скалярного управления асинхронными электродвигателями Принцип векторного управления асинхронными электродвигателями.
20	Структурная схема системы векторного управления асинхронными электродвигателями с прямой ориентацией по полю статора
21	Динамические свойства (передаточная функция) системы векторного управления асинхронными электродвигателями
22	Структурная схема системы векторного управления асинхронными электродвигателями с косвенной ориентацией по полю.
23	Функциональная и структурная схема системы управления асинхронными электродвигателями с прямым управлением моментом (DTS)
24	Структурная схема, передаточные функции синхронного двигателя как элемента САУ.
25	Структурная схема системы управления синхронными электродвигателями.

## Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

### БИЛЕТ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ЗАЧЕТА № 1

Дисциплина Системы управления электроприводами

1. Функциональная и структурная схема системы управления асинхронными электродвигателями с прямым управлением моментом (DTS)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

М.П. Белов

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
3	Общие сведения о СУЭП, структура СУЭП, расчет элементов СУЭП	
4		
5		Отчет по лаб. работе
6	Релейно-контакторные СУЭП СУЭП на базе машин постоянного тока	
7		
8		
9		Отчет по лаб. работе
10	СУЭП на базе машин переменного тока	
11		
12		
13		Отчет по лаб. работе
14	СУЭП специального назначения	
15		Отчет по лаб. работе
16	СУЭП на базе машин постоянного тока	Отчет по лаб. работе
17	СУЭП на базе машин переменного тока Общие сведения о СУЭП, структура СУЭП, расчет элементов СУЭП	Защита КР / КП

### 6.4 Методика текущего контроля

Текущий контроль на **лекционных занятиях** включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий).

Текущий контроль лабораторных занятий включает в себя порядок выполнения лабораторных работ, подготовку отчетов и их защиту, по результатам которого студент получает допуск к зачёту.

В процессе обучения студент обязан выполнить пять лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается теоретическая подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита. Экспериментальные исследования выполняются в бригадах до 5 человек. Подготовка отчета осуществляется индивидуально в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ «Требованиями оформления студенческих работ». Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. После проверки отчет либо возвраща-

ется (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите. Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально в часы, отведенные для лабораторных работ. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов. После этого 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 (оценка «зачтено»).

### **Критерии оценивания:**

- «зачтено» ставится при усвоении студентом основного содержания материала, полном выполнении работы, включая расчетную и графическую часть. На защите лабораторной работы студент должен продемонстрировать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности используемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов, прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия.

- «не зачтено» ставится, если основное содержание материала работы не раскрыто, при обработке экспериментальных данных допущены ошибки, не даны ответы на вопросы преподавателя, допущены грубые ошибки в определении понятий и терминов;

Текущий контроль на **практических занятиях** включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 %).

Контроль выполнения **курсовой работы** осуществляется в соответствии с методическими указаниями по курсовому проектированию и заданием на курсовую работу, определяющим сроки представления работы к защите. Оформление пояснительной записки на курсовую работу выполняется в соответствии

с «Требованиями к студенческим работам», принятыми в СПбГЭТУ.

Выполненная работа сдается на проверку преподавателю на бумажном носителе. После проверки работа может быть отправлена на доработку или допущена к защите. В случае неправильного выполнения, курсовая работа возвращается для исправления. К защите курсовой работы допускаются студенты полностью и правильно выполнившие задание курсовой работы.

Защита курсовой работы осуществляется индивидуально, в соответствии с требованиями «Положения о промежуточной аттестации», в виде собеседования по разделам курсовой работы. Критерии оценки приведены в Таблице.

Таблица

Критерии оценки курсовой работы	рейтинг
Оформление работы, в соответствии с действующими требованиями	20
Выполнение работы в срок, указанный в задании (после исправления замечаний)	20
Защита на оценку "Отлично" - студент продемонстрировал полное знание материалов: на основании физических законов способен составить математическую модель объекта и рассчитать основные технические характеристики системы, способен применять полученные знания при решении задачи	60
Защита на оценку "Хорошо" - студент используя знания формул, способен решить практическую задачу по готовой методике.	50
Защита на оценку "Удовлетворительно" - студент способен последовательно объяснить ход решения практической задачи	40
Итоговая оценка за курсовую работу:	Σ рейтинг
ОТЛИЧНО	100
ХОРОШО	80-90
УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО	60-70

Студенты, не защитившие курсовую работу, не допускаются к диф. зачету по дисциплине и считаются имеющими академическую задолженность.

## 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, ПК, экран, меловая или маркерная доска	1) Windows 10 и выше; 2) Microsoft Office 2020 и выше
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество рабочих мест – в соответствии с контингентом, лабораторные стенды, ПК на рабочих местах студентов. Рабочее место преподавателя.	1) Windows 10 и выше; 2) Microsoft Office 2020 и выше 3) специальное ПО к лаб. стендам
Практические занятия	Аудитория	Количество рабочих мест – в соответствии с контингентом, ПК на рабочих местах студентов, рабочее место преподавателя, проектор, ПК, экран.	1) Windows 10 и выше; 2) Microsoft Office 2020 и выше 3) специальное ПО (MatLab либо аналогичное)
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 10 и выше; 2) Microsoft Office 2020 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

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