

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 26.04.2023 15:55:54  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Микроволновые, цифровые и  
оптические устройства радио-  
электронных систем»



**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**

**«ОПТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ»**

**для подготовки специалистов**

**по направлению**

**11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»**

**по специализации**

**«Микроволновые, цифровые и оптические устройства радиоэлектронных  
систем»**

Санкт-Петербург

2022

## **ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Разработчики:

старший научный сотрудник Грачев С.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР  
03.03.2022, протокол № 2

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФРТ, 20.04.2022, протокол № 1

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## **1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**

Обеспечивающий факультет	ФРТ
Обеспечивающая кафедра	ТОР
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	5
Семестр	9

## Виды занятий

Лекции (академ. часов)	51
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	69
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	75
Всего (академ. часов)	144

#### **Вид промежуточной аттестации**

Лифф зачет (курс) 5

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ОПТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ»**

Теоретические основы работы квантовых приборов, оптические квантовые генераторы и усилители, управление и прием светового излучения. Физические и математические основы оптических методов обработки информации: скалярная теория дифракции, преобразование световых полей элементами оптических систем, когерентные оптические процессоры, акустооптические процессоры обработки радиосигналов корреляционного и спектрального типов. Физические основы распространения излучения по оптическому волокну, передающие устройства, оптические усилители и фотоприемники волоконно-оптических систем, основные технологии оптических систем передачи информации.

#### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«OPTICAL COMMUNICATIONS AND INFORMATION PROCESSING»**

Theoretical the bases of the work of quantum instruments, lasers and amplifiers, control and the method of luminous radiation. Physical and mathematical bases of the optical methods of information processing: the scalar theory of diffraction, the conversion of light pour on by the elements of optical systems, coherent optical processors, the acoustic-optic processors of working the radio signals of correlation and spectral types. Physical the bases of propagation of emission on the optical fiber, the transmitting devices, optical amplifiers and the photoreceivers of fiber-optic systems, the basic technologies of the optical information-carrying systems.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Изучение дисциплины должно обеспечить приобретение знаний о теоретических основах функционирования, технических особенностях и рабочих характеристиках радиотехнических устройств оптического диапазона, формирование умений грамотно оценивать возможности квантовых и волоконно-оптических устройств для решения задач современной радиоэлектроники и приобретение навыков проведения измерений в оптическом диапазоне длин волн.
2. В процессе изучения дисциплины решается задача приобретения знаний теоретических основ функционирования радиотехнических устройств оптического диапазона, формирование умения пользоваться справочной и периодической научно-технической литературой и грамотно оценивать возможности квантовых и волоконно-оптических устройств для решения задач современной радиоэлектроники и приобретения навыков проведения измерения в оптическом диапазоне длин волн.
3. Изучение дисциплины должно обеспечить приобретение знаний теоретических основ функционирования, принципов построения, технических особенностей и рабочих характеристик квантовых устройств оптического диапазона длин волн, оптических процессоров, волоконно-оптических устройств и систем, применяемых в телекоммуникационных технологиях и радиотехнических приложениях.
4. В процессе изучения дисциплины формируются умения грамотно оценивать возможности квантовых и волоконно-оптических устройств для решения задач современной радиоэлектроники, использовать современную измерительную аппаратуру, проводить измерения в оптическом диапазоне волн.
5. В процессе изучения дисциплины приобретаются навыки теоретического ана-

лиза оптических и волоконно-оптических устройств, использование современной измерительной аппаратуры и проведения измерения в оптическом диапазоне длин волн.

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математический анализ»
2. «Физика»
3. «Теория вероятностей и математическая статистика»
4. «Электромагнитные поля и волны»
5. «Радиотехнические цепи и сигналы»
6. «Техническая электродинамика»
7. «Квантовые устройства оптического диапазона»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Цифровая обработка пространственно-временных сигналов»

### **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-7	Способен к реализации программ экспериментальных исследований, в том числе в режиме удаленного доступа, включая выбор технических средств, обработку результатов и оценку погрешности экспериментальных данных
ПК-7.3	<i>Владеет техникой проведения экспериментальных исследований</i>
СПК-1	Способен рассчитывать параметры и характеристики, применять методы компьютерного моделирования и проектирования микроволновых, цифровых и оптических устройств радиоэлектронных систем
СПК-1.2	<i>Умеет проводить расчеты параметров и характеристик микроволновых, цифровых и оптических устройств радиоэлектронных систем</i>

## **4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1 Содержание разделов дисциплины**

#### **4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Лек, ач</b>	<b>Лаб, ач</b>	<b>ИКР, ач</b>	<b>СР, ач</b>
1	Введение	0.5			
2	Физико-математические основы оптических методов обработки информации	4			6
3	Когерентные оптические процессоры	4			7
4	Устройства управления и модуляции оптического излучения	4	4		6
5	Акустооптические процессоры корреляционного типа	4	2		6
6	Акустооптические процессоры спектрального типа	4	2		6
7	Оптические волокна и кабели	5	3		6
8	Волоконно-оптические многополосники	4			7
9	Теоретические основы работы оптических квантовых приборов	5	2		7
10	Передающие устройства ВОСП	4	2		6
11	Оптические усилители ВОСП	4			6
12	Фотодиоды и приемные устройства ВОСП	4	2		6
13	Основные технологии оптических систем передачи	4		1	6
14	Заключение	0.5			
Итого, ач		51	17	1	75
Из них ач на контроль		0	0	0	0
Общая трудоемкость освоения, ач/зе		144/4			

#### **4.1.2 Содержание**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
1	Введение	Роль и место оптических систем связи и методов обработки информации в современной радиоэлектронике и средствах телекоммуникаций.
2	Физико-математические основы оптических методов обработки информации	Скалярная теория дифракции световых волн. Формулы Гюйгенса-Френеля и Релея-Кирхгофа. Области дифракции Френеля и Фраунгофера. Концепция углового спектра плоских волн. Преобразование световых полей элементами оптических систем (участок свободного пространства, линзы, зеркала, призмы). Матричное описание оптических систем.

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
3	Когерентные оптические процесоры	Принцип оптической голограмии. Когерентные оптические процессоры корреляционного типа. Принцип пространственной фильтрации. Пространственные фильтры: голографические фильтры Вандер-Люгта, согласованные фильтры. Оптические корреляторы когерентного и некогерентного типов: принципы работы и схемные решения (изучается самостоятельно).
4	Устройства управления и модуляции оптического излучения	Электрооптическое взаимодействие. Эффекты Фарадея и Коттона-Мутона. Амплитудные и фазовые электрооптические модуляторы: принципы действия, основные характеристики, применение. Оптический вентиль, его устройство и применение. Акустооптическое взаимодействие. Дифракция света на ультразвуке: режимы дифракции Рамана-Ната и Брэгга. Дифракция света на ультразвуке в анизотропных средах. Акустооптические модуляторы и дефлекторы: устройство, принцип действия, основные характеристики.
5	Акустооптические процесоры корреляционного типа	Акустооптические процесоры (АОП) корреляционного типа с пространственным интегрированием: согласованный фильтр, конволвер, принципы работы, реализации, параметры. Акустооптические корреляторы с временным интегрированием: видеочастотные и радиочастотные модификации: принципы работы, схемные решения, параметры.
6	Акустооптические процесоры спектрального типа	Акустооптический анализатор спектра с пространственным интегрированием: полоса анализа и частотное разрешение, пути его повышения. Акустооптический анализатор спектра с временным интегрированием: алгоритм анализа, частотное разрешение, полоса анализа, схемные решения. АОП обработки сигналов линейной фазированной антенной решетки.
7	Оптические волокна и кабели	Оптическое волокно. Физические основы распространения излучения по оптическому волокну. Приближение слабонаправляющего волокна. Моды оптического волокна. Одномодовые и многомодовые волокна. Потенциальная информационная емкость волокна, виды дисперсии, полоса пропускания. Причины потерь оптического излучения в волокне, коэффициент затухания. Специальные типы волокон. Оптические кабели, их конструкция и параметры.
8	Волоконно-оптические много-полюсники	Оптические соединители. Разъемные и неразъемные соединения. Причины потерь в соединениях. Технологии реализации неразъемных соединений. Виды и требования к волоконно-оптическим разъемам. Оптические разветвители. Нейтральные разветвители: виды, основные параметры, технология изготовления. Спектрально-селективные разветвители: виды и принцип действия разветвителей. Основные параметры.

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
9	Теоретические основы работы оптических квантовых приборов	Особенности микромира и способы его описания. Теория квантовых переходов между различными состояниями микрообъектов во внешнем электромагнитном поле: двухуровневая модель вещества. Закономерности вынужденных переходов. Равновесное излучение вещества. Коэффициенты Эйнштейна спонтанного и вынужденного излучения. Показатель усиления активной среды в линейном приближении. Явление насыщения энергетических уровней.
10	Передающие устройства ВОСП	Обобщенная схема оптического квантового генератора. Зонная структура энергетических уровней в полупроводниковых материалах, методы создания инверсной населенности энергетических уровней в полупроводнике. Устройство, принцип действия и рабочие характеристики инжекционных лазеров. Особенности полупроводниковых лазеров на гетероструктурах. Основные параметры и характеристики полупроводниковых лазеров. Светоизлучающие диоды в ВОСП. Функциональная схема и основные характеристики передающего устройства ВОСП.
11	Оптические усилители ВОСП	Оптические усилители (ОУ). Виды оптических усилителей. Основные характеристики и параметры ОУ. Функциональная схема и принцип действия ОУ на основе легированного волокна. Виды и особенности полупроводниковых ОУ. Усилители на основе нелинейных эффектов в волокне.
12	Фотодиоды и приемные устройства ВОСП	Фотоприемники оптических систем передачи. Лавинные и p-i-n-фотодиоды: принцип действия и характеристики. Функциональная схема и основные характеристики цифрового приемного устройства ВОСП. Особенности фотоприемников аналоговых сигналов. Шумы фотоприемных устройств. Чувствительность фотоприемника цифровой ВОСП. Отношение сигнал/шум на выходе линейной части фотоприемного устройства.

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
13	Основные технологии оптических систем передачи	<p>Структурная схема и основные функциональные блоки цифровой ВОСП. Линейные коды, используемые в ВОСП, требования к ним. Регенерация оптического сигнала. Методы контроля коэффициента ошибок. Плазмохронная цифровая иерархия (ПЦИ). Особенности и недостатки ПЦИ. Синхронная цифровая иерархия (СЦИ). Структурная схема и основные функциональные блоки ВОСП СЦИ. Информационный кадр СЦИ.</p> <p>Системы с волновым объединением каналов. Структурная схема системы, требования к оптическим излучателям. Примеры реализации систем с волновым объединением каналов.</p> <p>Области применения и особенности открытых оптических систем связи. Функциональная схема открытой линии связи. Требования к приемо-передающим устройствам системы. Причины потерь в открытом оптическом канале.</p>
14	Заключение	Основные тенденции и перспективы развития оптических средств связи и обработки информации.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
1. Исследование фотоприемника светового излучения на основе лавинного фотодиода.	2
2. Исследование характеристик излучения полупроводникового лазера.	2
3. Исследование акустооптического взаимодействия.	2
4. Исследование электрооптического взаимодействия в кристалле ниобата лития.	2
5. Исследование акустооптического анализатора спектра с пространственным интегрированием.	2
6. Исследование акустооптического согласованного фильтра для ЛЧМ сигналов.	2
7. Моделирование движения микрообъекта в потенциальной яме.	2
8. Исследование влияния неоднородностей на распространение света в ОВ.	3
Итого	17

## 4.3 Перечень практических занятий

Практические занятия не предусмотрены.

#### **4.4 Курсовое проектирование**

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

#### **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	14
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	1
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	10
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	15
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
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, дифференциированному зачету, экзамену	35
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>75</b>

## **5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

<b>№ п/п</b>	<b>Название, библиографическое описание</b>	<b>К-во экз. в библ.</b>
<b>Основная литература</b>		
1	Оптические устройства в радиотехнике [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальности "Радиотехника" направления подгот. дипломир. специалистов "Радиотехника" / [А.Ю. Гринев [и др.]] ; под ред. В.Н. Ушакова, 2005. -239 с.	60
2	Наумов, Кир Петрович. Квантовые устройства оптического диапазона [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению 210400 "Радиотехника" / К.П. Наумов, 2011. -105, [2] с.	20
3	Наумов, Кир Петрович. Оптическая обработка информации. Теоретические основы [Текст] : учеб. пособие / К. П. Наумов, 2015. -107 с.	21
4	Оптическая обработка информации [Текст] : лаб. практикум / [Л. А. Аронов [и др.], 2014. -70, [1] с.	59
<b>Дополнительная литература</b>		
1	Дудкин, Валентин Иванович. Квантовая электроника. Приборы и их применение [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. 140400 -"Техническая физика" / В.И. Дудкин, Л.Н. Пахомов, 2006. -432 с.	34

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

<b>№ п/п</b>	<b>Электронный адрес</b>
1	Лекционный курс ОСОИ <a href="http://www.kepstr.eltech.ru/tor/osoi">http://www.kepstr.eltech.ru/tor/osoi</a>

### **5.3 Адрес сайта курса**

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10295>

## **6 Критерии оценивания и оценочные материалы**

### **6.1 Критерии оценивания**

Для дисциплины «Оптическая связь и обработка информации» 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 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**

К дифф. зачету допускаются студенты выполнившие и успешно защитившие лабораторные работы. На зачете студент отвечает на два вопроса, содержащиеся в билете. При подготовке к ответу разрешается использовать конспект лекций.

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

### **Вопросы к дифф.зачету**

<b>№ п/п</b>	<b>Описание</b>
1	Вывод двумерной теоремы отсчетов (двумерный вариант теоремы Котельникова).
2	Решение задачи о дифракции на отверстии в плоском экране в приближении Кирхгофа.
3	Решение задачи о дифракции на отверстии в плоском экране методом Рэлея-Зоммерфельда.
4	Дифракция Френеля: границы применимости. Дифракция Фраунгофера: границы применимости.
5	Дифракция Фраунгофера на прямоугольном отверстии в непрозрачном экране.
6	Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии в непрозрачном экране.
7	Вывод выражения для функции передачи тонкой сферической линзы.
8	Преобразование светового поля линзой и участками свободного пространства, частные случаи.
9	Эксперимент Аббе и его интерпретация.
10	Метод визуализации прозрачных объектов Цернике.
11	Запись голограммы по методу Лейта-Упатниекса.
12	Синтез фильтра Вандер Люгта в частотной плоскости.
13	Обработка сигналов в когерентной оптической системе с фильтром Ван-дер-Люгта.
14	Акустооптическое взаимодействие: режимы дифракции, законы модуляции.
15	Акустооптический анализатор спектра с пространственным интегрированием, частотное разрешение.
16	Акустооптический согласованный фильтр, конволвер.
17	Понятие оптического волновода и оптического волокна (ОВ). Явление полного внутреннего отражения.
18	Многомодовые и одномодовые ОВ. Числовая апертура. Ступенчатые и градиентные волокна.
19	Потери и спектральная характеристика ОВ. Волоконно-оптические кабели.
20	Виды дисперсии в одномодовых ОВ. Потенциальная пропускная способность ОВ.
21	Межмодовая дисперсия в ступенчатых и градиентных ОВ. Полоса пропускания многомодового ОВ.

22	Волоконно-оптические соединители, требования к ним. Неразъемные соединения и разъемы. Основные параметры.
23	Нейтральные оптические разветвители: виды, основные параметры.
24	Спектрально-селективные оптические разветвители: виды, принцип действия, основные параметры.
25	Полупроводниковые лазеры и светодиоды. Конструкция, принцип действия, основные характеристики полупроводниковых источников излучения.
26	Создание инверсной населенности методом инжекции в полупроводниковом лазере.
27	Структурная схема и принцип функционирования передающего оптоэлектронного модуля (ПОМ).
28	Назначение и типы оптических усилителей, основные характеристики.
29	Схема и принцип действия волоконно-оптического усилителя на основе легированного волокна.
30	Коэффициент шума волоконно-оптического усилителя.
31	Фотодиоды волоконно-оптических систем передачи. Основные параметры и характеристики.
32	Приемный оптоэлектронный модуль. Функциональная схема и основные характеристики. Шумы фотоприемных устройств.
33	Чувствительность фотоприемника аналоговых сигналов.
34	Чувствительность фотоприемника цифрового сигнала.
35	Передача сигналов в плезиохронной ВОСП. Структурная схема, формирование и кодирование потока данных, основные характеристики.
36	Синхронная цифровая иерархия (СЦИ) в ВОСП. Структурная схема, организация информационного кадра.
37	ВОСП с волновым уплотнением каналов (WDM). Структурная схема, основные характеристики.
38	Открытые оптические системы передачи информации. Структурные схемы, основные характеристики, область применения.

## Форма билета

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

---

### БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Оптическая связь и обработка информации ФРТ**

1. Коэффициент усиления активной среды в малосигнальном приближе-

НИИ.

2. Акустооптический согласованный фильтр, конволвер.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В. Н. Ушаков

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**

<b>Неделя</b>	<b>Темы занятий</b>	<b>Вид контроля</b>
1	Устройства управления и модуляции оптического излучения Акустооптические процессоры спектрального типа Оптические волокна и кабели	
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		Коллоквиум
9	Фотодиоды и приемные устройства ВОСП Акустооптические процессоры корреляционного типа Передающие устройства ВОСП	
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		Коллоквиум

### **6.4 Методика текущего контроля**

#### **на лекционных занятиях**

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на дифф. зачет.

#### **на лабораторных занятиях**

Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «Оптическая связь и обработка информации» студент обязан выполнить 8 лабораторных работ. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждого 4 лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиума на 8 и 17 неделях, на которых осуществляется защита лабораторных работ.

Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах до 3 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 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.

Примеры контрольных вопросов приведены в критериях оценивания.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает допуск на дифф. зачет.

### **самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекци-

онных и лабораторных занятиях студентов по методикам, описанным выше.

## **7 Описание информационных технологий и материально-технической базы**

<b>Тип занятий</b>	<b>Тип помещения</b>	<b>Требования к помещению</b>	<b>Требования к программному обеспечению</b>
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска.	
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, лабораторные стенды — в соответствии с набором лабораторных работ.	
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**

<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>