

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 10.07.2023 15:48:39  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Квантовая и оптическая электроника»



**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

**«ФИЗИКА ЛАЗЕРОВ»**

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

по профилю

**«Квантовая и оптическая электроника»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.ф.-м.н., доцент Гоголева Н.Г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Фот  
16.05.2022, протокол № 3/22

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФЭЛ, 16.06.2022, протокол № 3/22

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭЛ
Обеспечивающая кафедра	Фот
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	5
Курс	3
Семестр	5
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	34
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	86
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	94
Всего (академ. часов)	180
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Дифф. зачет (курс)	3

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ФИЗИКА ЛАЗЕРОВ»**

Изучаются особенности взаимодействия лазерного излучения с веществом, закономерности усиления излучения в лазерных усилителях в стационарном и в импульсных режимах, формирования полей излучения в реальных лазерных резонаторах. Предназначена для бакалавров по направлению ” Электроника и наноэлектроника»

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«LASER PHYSICS»**

The interaction features of laser radiation with matter, the laws of radiation amplification in laser stationary and pulsed modes amplifiers, the radiation fields formation in real laser cavities are studied. The program is intended for bachelors in the direction of ”Electronics and Nanoelectronics”

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целями дисциплины являются:

-изучение принципов создания инверсной населенности энергетических уровней, процессов формирования полей излучения в лазерных усилителях и в лазерных резонаторах, основных способов накачки;

-формирование умений и навыков для расчетов параметров и характеристик активных лазерных сред и резонаторов.

2. Задачи дисциплины:

приобретение знаний и формирование умений и навыков для

1) расчетов параметров и характеристик активных лазерных сред;

2) расчетов основных энергетических характеристик лазерных усилителей, резонаторов.

3. Знания:

-принципов создания инверсной населенности энергетических уровней;

-закономерностей и динамики процессов формирования полей излучения в лазерных усилителях и в лазерных резонаторах;

-основных способов накачки.

4. Умения:

-рассчитывать параметры и характеристики активных лазерных сред;

-рассчитывать основные энергетические характеристики лазерных усилителей, резонаторов.

5. Освоение практических навыков, необходимых для расчета основных характеристик лазерных усилителей и резонаторов.

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Физика»

2. «Компоненты электронной техники»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Лазерные и оптико-электронные системы»

2. «Производственная практика (производственно-технологическая практика)»

3. «Полупроводниковые лазеры»

4. «Применение лазеров»

5. «Производственная практика (преддипломная практика)»

### 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 строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования
<i>ПК-1.1</i>	<i>Умеет строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков</i>
<i>ПК-1.2</i>	<i>Владеет навыками компьютерного моделирования</i>
СПК-4	Готов участвовать в разработке элементов, узлов и блоков приборов квантовой электроники и фотоники
<i>СПК-4.1</i>	<i>Знает принципы разработки элементов, узлов и блоков приборов квантовой электроники и фотоники</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	0			
2	Энергия молекулы	2	2			
3	Квантовые переходы.	2	4			2
4	Уширение линий	2	4			7
5	Двухуровневая схема. Насыщение поглощения	4	4			8
6	Насыщение усиления. Трехуровневая и четырехуровневая схемы.	4	2			8
7	Оптические квантовые усилители	2	2	6		9
8	Пассивные оптические резонаторы	2	4	5	0	10
9	Способы накачки. Режимы работы лазеров.	4	6	0		20
10	Основные типы лазеров	2	6	0	0	30
11	Некоторые применения лазеров. Нелинейно-оптические ограничители и переключатели	5		6	1	
12	Удвоение частоты. Анизотропные кристаллы	4		0		
	Итого, ач	34	34	17	1	94
	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	Введение	Особенности лазерного излучения – высокая временная и пространственная когерентность, монохроматичность излучения.
2	Энергия молекулы	Рассмотрено квантование электронной, колебательной и вращательной энергии молекулы. Приведены примеры решения типовых задач.
3	Квантовые переходы.	Рассмотрено квантование электронной, колебательной и вращательной энергии молекулы. Приведены примеры решения типовых задач.
4	Уширение линий	Уширение спектральных линий. Естественная ширина линии (квантово-механическое и классическое объяснение), однородное и неоднородное уширение. Механизмы уширения линий.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
5	Двухуровневая схема. Насыщение поглощения	Насыщение поглощения. Двухуровневая схема. Непрерывный и импульсный режимы работ. Однородно и неоднородно уширенная линия.
6	Насыщение усиления. Трехуровневая и четырехуровневая схемы.	Насыщение усиления. Трехуровневая и четырехуровневая схемы. Непрерывный и импульсный режимы работ. Однородно и неоднородно уширенная линия.
7	Оптические квантовые усилители	Непрерывный и импульсный режимы работы. Изменение формы импульса при усилении.
8	Пассивные оптические резонаторы	Пассивные резонаторы, моды резонатора, устойчивые и неустойчивые резонаторы. Основные типы резонаторов.
9	Способы накачки. Режимы работы лазеров.	Оптическая и электрическая накачка. Непрерывный режим работы Нестационарный режим работы (режим свободной генерации, модуляции добротности, синхронизации мод).
10	Основные типы лазеров	Основные типы лазеров (газовые, твердотельные, полупроводниковые, лазеры на красителях, эксимерные лазеры).
11	Некоторые применения лазеров. Нелинейно-оптические ограничители и переключатели	Некоторые применения лазеров. Нелинейно-оптические ограничители и переключатели лазерного излучения.
12	Удвоение частоты. Анизотропные кристаллы	Поляризация диэлектриков, линейная, квадратичная и кубичная диэлектрическая восприимчивость. Эффекты возбуждения колебаний второй гармоники и детектирования световой волны. Длина когерентности. Фазовый синхронизм в двулучепреломляющих кристаллах при генерировании гармоник. Угол синхронизма.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Моделирование усилителя бегущей волны в стационарном режиме	3
2. Моделирование усилителя бегущей волны в импульсном режиме	3
3. Моделирование поля в плоскопараллельном и конфокальном резонаторах	5
4. Исследование эффекта обратного насыщаемого поглощения	3
5. Моделирование быстродействующего переключателя оптического излучения	3
Итого	17

### 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Квантование энергии молекулы, решение задач	2
2. Квантовые переходы, решение задач	4
3. Уширение спектральных линий, решение задач (оценка величин доплеровского, столкновительного и естественного уширений для различных условий).	4
4. Насыщение поглощения. Двухуровневая схема. Вывод формулы для нестационарного случая	4
5. Насыщение усиления. Трехуровневая и четырехуровневая схема. Вывод формулы для нестационарного случая. Расчет интенсивности и плотности энергии насыщения для различных условий	2
6. Оптические усилители бегущей волны. Решение задач	2
7. Пассивные оптические резонаторы. Решение задач (определение устойчивости, расчет размера пятна в центре и на зеркалах).	4
8. Способы накачки. Режимы работы лазеров (доклады студентов)	6
9. Основные типы лазеров (доклады студентов)	6
Итого	34

### 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

Цель задания: проведение обучающимся самостоятельного поиска и анализа информации по заданной теме, углубление знаний, полученных на лекциях, освоения навыков расширения своего профессионального кругозора, представления информации и участия в дискуссии.

Студенты делятся по бригадам, и получают на выбор темы для устных докладов с презентацией.

Примерный список тем:

1. Режим модулирования добротности.
2. Режим синхронизации мод.
3. Твердотельные лазеры.
4. Газовые лазеры.
5. Лазеры на красителях.
6. Полупроводниковые лазеры.
7. Эксимерные лазеры.
8. Рентгеновские лазеры.

Рекомендованное содержание доклада/презентации:

1. Титульный слайд (тема, автор).
2. Формулирование основной проблемы/ содержание доклада.
3. Историческая справка.
4. Основная часть.
5. Заключение/выводы.

Количество слайдов или изображений должно быть достаточным для раскрытия заданной темы, но не более 25 шт. На слайдах должен быть представлен преимущественно визуальный материал (рисунки, фотографии, схемы, графики, таблицы, формулы, видео). Допускается текст в виде тезисов. Не допускается заполнение слайда преимущественно текстом. Презентация должна быть оформлена лаконично, с применением визуальных стилей, цветовых решений и шрифтов, позволяющих слушателям комфортно воспринимать визуальную информацию.

Процедура защиты темы во время доклада:

Студент самостоятельно готовит презентацию в электронном виде (например, в редакторе PowerPoint) в соответствии с требованиями по содержанию и оформлению. Во время устного доклада не допускается только чтение материала с листа или слайда, материал должен подаваться обучающимся в виде свободного рассказа. Доклад должен длиться не более 20 минут. После доклада преподаватель может задать уточняющие вопросы, затем студенты в группе приглашаются к дискуссии по теме доклада.

#### **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.

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	24
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	24
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	20
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	18
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	8
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>94</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 библи.
Основная литература		
1	Квантовая и оптическая электроника [Текст] : метод. указания к проведению практ. занятий / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2014. -31, [1] с.	20
2	Парфенов, Вадим Александрович. Лазерная техника [Текст] : учеб. пособие / В. А. Парфенов, И. А. Юдин, 2015. -47, [3] с.	20
3	Звелто, Орацио. Принципы лазеров [Текст] / О.Звелто; Пер. с англ. Е.В.Сорокина и др.; Под ред. Т.А.Шмаонова, 1990. -558 с.	74
4	Звелто, Орацио. Принципы лазеров [Текст] / О. Звелто ; пер. с англ. Д.Н. Козлова [и др.] под науч. ред. Т.А. Шмаонова, 2008. -719 с.	9
Дополнительная литература		
1	Пихтин, Александр Николаевич. Оптическая и квантовая электроника [Текст] : учеб. для вузов по направлению "Электроника и микроэлектроника" / А. Н. Пихтин, 2001. -573 с.	238
2	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
3	Карлов, Николай Васильевич. Лекции по квантовой электронике [Текст] : учеб. пособие для физ. специальностей вузов / Н.В. Карлов, 1983. -319 с.	12
4	Бирнбаум, Джорж. Оптические квантовые генераторы [Текст] / Дж. Бирнбаум ; пер. с англ. Ф.С. Соловейчика ; под ред. Ф.С. Файзуллова, 1967. - 358, [1] с.	37

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Гоголева Н. Г. Физика лазеров: Метод указания по лабораторным работам-СПб:СПбГЭТУ, 2016 <a href="https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/1316">https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/1316</a>
2	Парфенов В. А. и др. Лазерные и оптико-электронные технологические системы: Лаб. практикум-СПб:СПбГЭТУ, 2016 <a href="https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/1315">https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/1315</a>
3	Квантовая электроника <a href="http://www.quantum-electron.ru/pa.phtml?page=geninfo">http://www.quantum-electron.ru/pa.phtml?page=geninfo</a>

### **5.3 Адрес сайта курса**

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=9613>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Физика лазеров» 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
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

Допуск к дифф. зачету:

- посещаемость лекционных занятий (не менее 80 % занятий);
- выполнение лабораторных работ и их защита;
- посещаемость практических занятий (не менее 80 % занятий);
- подготовка и выступление с докладом (презентацией);
- выполнение контрольных работ на положительную оценку.

Итоговая оценка выставляется на основании оценок за контрольные работы, защиту лабораторных работ, сделанных докладов и работы на занятиях.

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

### Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Квантование электронной, колебательной и вращательной энергии молекулы
2	Квантовые переходы. Квантовый выход люменесценции.
3	Квантовые переходы. Интегральные коэффициенты Эйнштейна
4	Квантовые переходы. Усиливающие и поглощающие среды. Инверсия заселенностей
5	Уширение линий. Естественное уширение (классическое и квантовомеханическое объяснение)
6	Уширение линий. Однородное и неоднородное уширение. Столкновительное уширение.
7	Уширение линий. Однородное и неоднородное уширение. Доплеровское уширение.
8	Насыщение поглощения. Двухуровневая схема. Стационарный режим.
9	Насыщение поглощения. Двухуровневая схема. Стационарный режим.
10	Насыщение поглощения. Двухуровневая схема. Импульсный режим
11	Насыщение усиления. Трехуровневая схема. Стационарный режим.
12	Насыщение усиления. Трехуровневая схема. Импульсный режим
13	Насыщение усиления. Четырехуровневая схема. Стационарный режим
14	Насыщение усиления. Четырехуровневая схема. Импульсный режим
15	Оптические квантовые усилители. Стационарный режим
16	Оптические квантовые усилители. Импульсный режим
17	Пассивные оптические резонаторы. Диаграмма устойчивости
18	Накачка. Оптическая накачка
19	Накачка. Электрическая накачка

20	Метод модуляции добротности
21	Удвоение частоты. Анизотропные кристаллы
22	Нелинейно оптические ограничители лазерного излучения на основе обратного насыщаемого поглощения
23	Нелинейно оптические ограничители лазерного излучения на основе фотоиндуцированного рассеяния на неоднородностях показателя преломления
24	Нелинейно оптические ограничители лазерного излучения на основе фотоиндуцированного рассеяния на суспензиях углеродных наночастиц
25	Нелинейно оптические переключатели лазерного излучения на основе обратного насыщаемого поглощения
26	Нелинейно-оптические переключатели оптического излучения на основе поляризационной нелинейности

## **Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ**

### **Контрольная работа №1**

#### **Вариант 4**

1. Квантовые переходы. Квантовый выход люменесценции.
2. Столкновительное уширение. С ростом давления столкновительное уширение увеличивается (уменьшается)? Почему?

### **Контрольная работа № 2.**

#### **Вариант 3**

1. Двухуровневая схема. Напишите кинетические уравнения для заселенностей уровней. Показать, что в импульсном режиме тоже нельзя перевести на верхний уровень больше половины частиц. (рассмотреть ситуацию после прохождения импульса).

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
4	Энергия молекулы Квантовые переходы. Уширение линий	Контрольная работа
9	Оптические квантовые усилители	Отчет по лаб. работе
10	Двухуровневая схема. Насыщение поглощения Насыщение усиления. Трехуровневая и четырехуровневая схемы. Оптические квантовые усилители	Контрольная работа
11	Пассивные оптические резонаторы	Отчет по лаб. работе
13	Некоторые применения лазеров. Нелинейно-оптические ограничители и переключатели	Отчет по лаб. работе
15	Некоторые применения лазеров. Нелинейно-оптические ограничители и переключатели	Отчет по лаб. работе
16	Способы накачки. Режимы работы лазеров.	Доклад / Презента- ция
17	Основные типы лазеров	Доклад / Презента- ция

### 6.4 Методика текущего контроля

#### На лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий)

#### На лабораторных занятиях

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «Физика лазеров» студент обязан выполнить 5 лабораторных работы. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение численных исследований, подготовка отчета и его защита. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах до 3 человек. Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально в соответствии с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения чис-

ленных 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 численных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов..

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 результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия,

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем лабораторным работам, по результатам которой студент получает оценку по пятибалльной шкале.

### **На практических (семинарских) занятиях**

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий).

В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях. Во время проведения практических занятий студенты пишут две контрольные работы (оцениваются по пятибалльной шкале. Также в рамках практических занятий студенты делают доклады (презентации) по вы-

бранным темам.

### **Критерии оценивания доклада (презентации):**

1. Оформление презентации.
2. Стил ь устного изложения.
3. Полнота раскрытия темы.
4. Актуальность изложенного материала.
5. Ответы на вопросы.

Доклад оценивается по двубальной шкале ”зачет-незачет.”

### **Критерии оценивания контрольной работы:**

1. Соответствие содержания работы вопросам варианта
2. Полнота ответа на все вопросы варианты с демонстрацией знания материала по темам вопросов
3. Владение специальной терминологией

Работа оценивается по пятибалльной шкале

Студент получает оценку «**отлично**», если вопросы раскрыты полно, изложение материала логично, выводы аргументированы.

Оценка «**хорошо**» ставится, если в работе есть 2-3 незначительные ошибки, изложенный материал не противоречит выводам.

Работа оценивается «**удовлетворительно**», если один из вопросов раскрыт не полностью, присутствуют логические и фактические ошибки, плохо прослеживается связь между ответом и выводами.

Оценку «**неудовлетворительно**» студент получит, если материал не освоен, количество ошибок превышает допустимую норму.

### **Контроль самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных, лабораторных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше

Итоговая оценка складывается из оценки за контрольные работы, оценки за защиты лабораторных работ, работы на занятиях и докладов.

## 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, доска, экран, проектор, ПК, ноутбук,	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, компьютерный зал (один компьютер на 1-3 студентов), рабочее место преподавателя	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше. Должен быть установлен свободно распространяемый пакет Scilab
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя	
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. Должен быть установлен свободно распространяемый пакет Scilab

## **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>