

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 11.07.2023 11:02:46  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Возобновляемая солнечная  
энергетика (renewable solar  
energy)»



**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

**«ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ  
(LASER TECHNOLOGIES IN MANUFACTURING OF SOLAR MODULES)»**

для подготовки магистров

по направлению

11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

по программе

**«Возобновляемая солнечная энергетика (renewable solar energy)»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

профессор, д.т.н., доцент Парфенов В.А.

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)	4
Курс	2
Семестр	3
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	34
Лабораторные занятия (академ. часов)	17
Практические 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
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	2

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СОЛНЕЧНЫХ МОДУЛЕЙ (LASER TECHNOLOGIES IN MANUFACTURING OF SOLAR MODULES)»**

Содержит основные сведения о физических основах лазерных технологий и устройстве современных технологических лазеров. Анализируются требования к лазерам для микрообработки материалов. Приводятся их основные выходные характеристик и обсуждаются особенности эксплуатации. Рассматриваются примеры применения лазеров для промышленной обработки материалов с акцентом на применения в микроэлектронике. Отдельный раздел курса посвящен применению лазеров в производстве тонкопленочных солнечных модулей.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«LASER TECHNOLOGIES IN MANUFACTURING OF SOLAR MODULES»**

The description of work programme contains information on physical fundamentals of laser technologies and architecture of industrial lasers. The requirements for lasers for microprocessing of materials are analyzed. Their main output parameters and features of operation are given. Case studies on applications of lasers for industrial processing of materials (mainly in microelectronics) are described. Separated part is dedicated to use of lasers in manufacturing the thin-film solar panels.

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

#### 1. Цели дисциплины:

- 1) Изучение физических основ лазерной микрообработки материалов, а также принципов построения и функционирования технологических лазеров.
- 2) Формирование необходимого объема знаний, умений и практических навыков применения лазеров в микроэлектронике и производстве тонкопленочных солнечных модулей.

#### 2. Задачи дисциплины:

- 1) Получение знаний о физических основах лазерной микрообработки материалов, принципах построения и конструктивные особенности технологических лазерных установок, основных областях применения технологических лазеров в микроэлектронике и производстве тонкопленочных солнечных модулей.
- 2) Формирование умений определять требуемые характеристики технологических лазеров при микрообработке материалов и в производстве тонкопленочных солнечных модулей, настраивать и грамотно эксплуатировать технологические лазеры.
- 3) Приобретение навыков простейших инженерных расчетов технологических лазеров и их выходных параметров.

3. Знания о физических основах лазерной микрообработки материалов, принципах построения и конструктивные особенности технологических лазерных установок, основных областях применения технологических лазеров в микроэлектронике и производстве тонкопленочных солнечных модулей.

4. Умения определять требуемые характеристики технологических лазеров при микрообработке материалов и в производстве тонкопленочных солнечных модулей, настраивать и грамотно эксплуатировать технологические лазеры.

5. Навыки простейших инженерных расчетов технологических лазеров и их выходных параметров.

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

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Диагностика материалов и структур солнечной энергетики (Diagnostics of Solar Energy Materials and Structures)»
2. «Материалы солнечной энергетики (Solar Energy Materials)»
3. «Оптика и оптические измерения в солнечной энергетике (Optics and Optical Measurements in Solar Energy)»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

### 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-5	Способен проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства
<i>ПК-5.1</i>	<i>Знает требования технологической и нормативной документации новых технологических процессов выпуска изделий микроэлектроники</i>
<i>ПК-5.2</i>	<i>Умеет проектировать технологические процессы производства материалов и изделий электронной техники</i>
ПК-6	Способен разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники
<i>ПК-6.1</i>	<i>Знает методы отработки и внедрения новых материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники</i>
<i>ПК-6.2</i>	<i>Умеет разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники</i>
СПК-24	Способен осуществлять разработку и оптимизацию технологии производства солнечных фотоэлектрических преобразователей
<i>СПК-24.1</i>	<i>Знает схемы и устройство приборов и устройств солнечных фотоэлектрических преобразователей</i>
<i>СПК-24.2</i>	<i>Умеет подготавливать технические задания на выполнение проектных работ приборов и устройств солнечных фотоэлектрических преобразователей</i>

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

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

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	Лаб, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1				
2	Тема 1. Физические основы лазерных микротехнологий	10	2	9		25
3	Тема 2. Основные применения лазерной микрообработки	12	8	4		25
4	Тема 3. Применение лазерных микротехнологий в фотовольтаике	10	7	4	1	25
5	Заключение	1				
	Итого, ач	34	17	17	1	75
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4				

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Структура и содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана. Краткая историческая справка о развитии лазерных технологий.
2	Тема 1. Физические основы лазерных микротехнологий	Основные физические процессы лазерной микрообработки. Параметры лазеров, требуемые для микрообработки материалов. Основные типы лазеров, используемые для микрообработки.
3	Тема 2. Основные применения лазерной микрообработки	Лазерная резка. Лазерное скрайбирование. Лазерное сверление микроотверстий. Лазерная маркировка и гравировка. Лазерная микросварка и микропайка.
4	Тема 3. Применение лазерных микротехнологий в фотовольтаике	Скрайбирование и структурирование кристаллических фотоэлементов. Применение лазерной микрообработки в производстве тонкопленочных солнечных модулей.
5	Заключение	Перспективы развития лазерных микротехнологий и микрообработки.

### 4.2 Перечень лабораторных работ



<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
1. Настройка оптического резонатора лазера.	5
2. Энергетические характеристики излучения гелий-неонового лазера	4
3. Исследование системы сканирования лазерного пучка на базе акустооптического дефлектора.	4
4. Лазерная маркировка тонкопленочных покрытий с помощью азотного лазера.	4
Итого	17

### 4.3 Перечень практических занятий

<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
1. Устройство современных технологических лазеров	2
2. Лазеры для маркировки	2
3. Лазеры для микросварки	2
4. Лазеры для сверления микроотверстий	2
5. Лазеры для резки	2
6. Лазеры для скрайбирования сапфировых подложек	2
7. Термические деформации при лазерной резке	2
8. Тепловая линза в резонаторах высокомошных Nd:YAG лазеров	1
9. Лазерная гравировка.	2
Итого	17

### 4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

### 4.5 Реферат

Исходные данные и требования: 1. Объем рефератов должен составлять не менее 15 страниц (шрифт — New Times Roman, кегль -14, интервал — 1,5), максимум 30 страниц.

2. Реферат должен состоять из следующих разделов: Аннотация, Введение, Основная часть, логически разбитая на подразделы, Заключение, Список литературы

3. Рефераты должны быть оформлены согласно ГОСТ 7.32-2017 ОТЧЕТ О НА-

УЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ, при этом особое внимание должно быть уделено оформлению списка цитируемой научной литературы, который должен содержать минимум 7 источников, максимум 30.

4. Реферат сдается преподавателю в электронном виде через личную почту или личный кабинет ЛЭТИ.

Темы:

№ п/п	Название темы	Перевод темы
1	Лазерное «отшелушивание» (технология lift-off) электронных микрочипов	Laser “peeling” (lift-off technology) of electronic microchips
2	Экцимерные лазеры и их применения для промышленной обработки материалов	Excimer lasers and their applications for industrial material processing
3	Многоимпульсная лазерная микрообработка материалов	Multy pulsed laser micromachining of materials
4	Основные физические процессы при лазерной обработке материалов. Математическое описание тепловых процессов при лазерной обработке	Basic physical processes in laser processing of materials. Mathematical description of thermal processes during laser impact
5	Лазерная полировка	Laser polishing
6	Лазерное сверление и пробивка отверстий	Laser drilling and hole punching
7	Лазерное термозакаливанию	Laser thermohardening
8	Технология лазерного термораскалывания	Laser thermal splitting technology
9	Лазерная структурная модификация материалов	Laser structural modification of materials
10	Лазерное скрайбирование	Laser scribing

#### 4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

#### 4.7 Доклад

Доклады должны быть построены таким образом, чтобы была раскрыта их тема. Это означает, что каждый доклад должен состоять из нескольких смысловых частей, включая: введение (где приводятся сведения о физических принципах работы того или иного лазера или лазерной системы), основную содержательную часть (об устройстве и применениях того или иного лазера или лазерной системы) и заключение.

Продолжительность доклада должна составлять 25 – 30 минут.

Доклад должен сопровождаться показом слайдов в виде компьютерной презентации PowerPoint (в количестве 20-25 шт.) и видео (по желанию докладчика).

Список тем докладов:

1. Лазерные фемтосекундные технологии (Femtosecond Laser Technologies);
2. Лазерная стереолитография (Laser stereolithography);
3. Лазерная порошковая наплавка (Laser powder cladding);
4. Лазерный синтеринг (Laser sintering);
5. Применение лазеров в нанолитографии (Laser application in nanolithography);
6. Применение лазеров в атомной промышленности (Laser application in nuclear industry);
7. Применение лазеров в микроэлектронике (Laser application in microelectronics);
8. Устройство и выходные характеристики лазеров для технологических применений (The design and output characteristics of lasers for technological applications);
9. Лазерная маркировка (Laser marking);
10. Лазерная гравировка (Laser engraving).

#### **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 изуче-

ния 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.

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	14
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	10
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	6
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	10
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	35
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>75</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	Гоголева, Надежда Генриховна. Применение лазеров в науке, технике, медицине [Текст] : учеб. пособие / Н.Г. Гоголева, 2007. -79, [1] с.	неогр.
2	Парфенов, Вадим Александрович. Технологические применения лазеров [Текст] : учеб. пособие / В.А. Парфенов, 2007. -51 с.	неогр.
3	Лазерные технологии и лазерная обработка в производстве тонкопленочных солнечных модулей [Электронный ресурс] : метод. указания к лаб. работам / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2015. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
4	Опτικο-электронные и лазерные технологические системы [Текст] : лаб. практикум / [А. Н. Геращенко [и др.], 2017. -54 с.	20
Дополнительная литература		
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

№ п/п	Электронный адрес
1	Вейко В.П., Шахно Е.А. Лазерные технологии в задачах и примерах: Учебное пособие. СПб,: Университет ИТМО, 2014.-88 с. <a href="https://books.ifmo.ru/book/1560/lazernye_tehnologii_v_zadachah_i_primerah:_uchebnoe_posobie..htm">https://books.ifmo.ru/book/1560/lazernye_tehnologii_v_zadachah_i_primerah:_uchebnoe_posobie..htm</a>
2	Сайт производителя лазерных технологических машин ООО "Лазерный центр" <a href="https://www.newlaser.ru/article/">https://www.newlaser.ru/article/</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=13021>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Лазерные технологии в производстве солнечных модулей (Laser Technologies in Manufacturing of Solar Modules)» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

#### Экзамен

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
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 экзамену осуществляется при условии: посещения 70% занятий, выполнения и сдачи реферата и устного доклада с презентацией на положительную оценку, выполнении и подготовки отчетов лабораторных работ и успешной защиты отчетов по ним. Экзамен проводится в форме устного ответа на вопросы экзаменационного билета.

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

### Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Basic parameters of lasers. The main operating modes of lasers (continuous, quasi-continuous; varieties of pulsed mode: free-running mode, Q-switching mode and locking mode regime).
2	Solid-state Nd:YAG lamp-pumped laser. Physics of work, setup and basic parameters
3	Physical principles of operation of a diode-pumped solid-state laser. Longitudinal and transverse diode pumping.
4	Solid state Nd:YAG chip laser.
5	Solid state Nd:LSB chip laser.
6	The main types of lasers used for material processing. Fiber laser. Physics of work, setup, basic parameters.
7	Basic physical processes in laser material processing, their mathematical description. General scheme of technological lasers.
8	Laser welding. Spot and seam welding. Physical principles of operation, setup and basic parameters of lasers for welding.
9	Laser cutting. Physical principles of operation, setup and basic parameters of lasers for cutting. Gas-laser cutting and water jet laser cutting.
10	Laser scribing.
11	Laser punching (perforation) of holes and drilling of micro holes.
12	Laser marking and engraving.
13	Laser cleaning of materials.
14	Application of lasers in microelectronics. Laser MicroJet technology (laser micro-cutting with a water jet).
15	Application of lasers in microelectronics. Stealth Dicing technology.
16	Laser scribing of thin-film solar modules (technological processes P1, P2 and P3).
17	Laser structuring and laser annealing of solar modules.

## **Форма билета**

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

---

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

Дисциплина Laser Technologies in Manufacturing of Solar Modules ФЭЛ

1. Solid state Nd:YAG chip laser.
2. Application of lasers in microelectronics. Stealth Dicing technology.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

С.А. Тарасов

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
1	Тема 1. Физические основы лазерных микротехнологий	
2		
3		Реферат
4	Тема 1. Физические основы лазерных микротехнологий	Отчет по лаб. работе
5	Тема 2. Основные применения лазерной микрообработки	
6		
7		Доклад / Презентация
8	Тема 2. Основные применения лазерной микрообработки	Отчет по лаб. работе
9	Тема 3. Применение лазерных микротехнологий в фотовольтаике	
10		
11		
12		Доклад / Презентация
13	Тема 3. Применение лазерных микротехнологий в фотовольтаике	Отчет по лаб. работе
14	Тема 1. Физические основы лазерных микротехнологий	
15	Тема 2. Основные применения лазерной микрообработки	
16	Тема 3. Применение лазерных микротехнологий в фотовольтаике	
17		Коллоквиум

### 6.4 Методика текущего контроля

#### на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **70** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

#### на практических занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **70** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

#### на лабораторных занятиях

По лабораторным работам (оцениваются независимо от лекционных занятий и являются критерием к допуску к экзамену):

Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к ра-

боте, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После выполнения всех лабораторных работ предусматривается проведение двух коллоквиумов, на которых осуществляется защита отчетов лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ студентами осуществляется в бригадах до 4 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. Отчеты лабораторных работ 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. Коллоквиум проводится на основе вопросов к экзамену, изученных до момента проведения коллоквиума.

Оценивание результатов защиты лабораторной работы производится по 5-балльной шкале по следующим критериям

”отлично” - ответ дан без ошибок, обоснован теоретически и проиллю-

стрирован примерами;

”хорошо” - ответ дан без ошибок, проиллюстрирован примерами, но обоснования не всегда полны;

”удовлетворительно” - ответ дан без ошибок, проиллюстрирован примерами, но не все обоснования приведены корректно;

”неудовлетворительно” - в ответе есть ошибки, либо студент не видит связи между приводимыми формулами и утверждениями, не понимает их смысла.

### **самостоятельной работы студентов**

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

Обучающиеся готовят реферат, а также доклад с презентацией, который оценивается по 5-балльной шкале по результатам проверки преподавателем:

”отлично” - тема раскрыта полностью, оформление соответствует всем требованиям,

”хорошо” - тема раскрыта в значительной степени, есть замечания к оформлению,

”удовлетворительно” - тема раскрыта частично, есть серьезные замечания к оформлению,

”неудовлетворительно” - тема не раскрыта.

## 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	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Лабораторные работы	Лаборатория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя. Лабораторные стенды, включающие гелий-неоновый лазер, Nd:YAG лазер, азотный лазер, измерители мощности, фотодиоды и микроскоп.	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, проектор, экран, компьютер	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 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

<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>