

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 10.07.2023 15:46:04
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

«ФОТОПРИЕМНИКИ»

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

по профилю

«Квантовая и оптическая электроника»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.т.н. Феопентов А.В.

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)	3
Курс	4
Семестр	8
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	16
Лабораторные занятия (академ. часов)	8
Практические занятия (академ. часов)	24
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	49
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	59
Всего (академ. часов)	108
Вид промежуточной аттестации	
Дифф. зачет (курс)	4

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ФОТОПРИЕМНИКИ»

Изучаются закономерности преобразования энергии излучения в фотонных и тепловых приемниках оптического излучения, их принципы действия, основные типы, устройство, процессы, определяющие параметры и характеристики фотоприемников, особенности применения в оптико-электронных приборах. Приобретаются умения построения фотоприемных устройств и расчета их основных энергетических характеристик, навыки грамотного выбора и применения фотоприемных устройств.

SUBJECT SUMMARY

«PHOTODETECTORS»

The laws of the conversion of radiation energy in photonic and thermal receivers of optical radiation, their principles of operation, basic types, device, processes, determining the parameters and characteristics of photodetectors, features of application in optoelectronic devices are studied. The skills of designing photodetectors and estimating their main energy characteristics, skills of competent choice and use of photodetectors are acquired.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цели дисциплины: изучение физических процессов, лежащих в основе фотоприемных устройств, получение умений и навыков применения фотоприемных устройств.
2. Задачи дисциплины: формирование знаний, умений и навыков, необходимых для грамотного выбора и применения фотоприемных устройств.
3. Знания физических процессов, лежащих в основе фотоприемных устройств.
4. Умения выбирать и применять фотоприемные устройства.
5. Практические навыки построения фотоприемных устройств и расчета их основных энергетических характеристик.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Материалы электронной техники»
2. «Компоненты фотоники»
3. «Квантовая и оптическая электроника»
4. «Основы фотоники»

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:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-2	Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения
<i>ПК-2.1</i>	<i>Знает методики проведения исследований параметров и характеристик узлов, блоков</i>
<i>ПК-2.2</i>	<i>Умеет проводить исследования характеристик электронных приборов</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				
2	Фотодетекторы: классификация и технические характеристики.	1		2		4
3	Фотоэлектронные умножители	1		2		6
4	Фоторезисторы	2	4	0		8
5	Фотовольтаические эффекты в неоднородных структурах	2	4	2		10
6	p-i-n фотодиоды	2	4	2		10
7	Лавинный фотодиод	2	4			8
8	Приемники оптических изображений	2	4	0	1	7
9	Солнечные фотопреобразователи	2	4			6
10	Заключение	1				
	Итого, ач	16	24	8	1	59
	Из них ач на контроль	0	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	108/3				

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение.	Структура курса. Основные определения и понятия
2	Фотодетекторы: классификация и технические характеристики.	Понятие фотодетектора. Тепловые фотодетекторы: принцип действия. Фотонные фотодетекторы: принцип действия. Технические характеристики фотодетектора: спектральная (монохроматическая) чувствительность; интегральная чувствительность; минимально различимый сигнал; эквивалент мощности шума; обнаружительная способность; детектирующая способность; инерционность
3	Фотоэлектронные умножители	Фотоэлектронный умножитель: схема, принцип работы. Фотокатод: принцип работы, квантовая эффективность фотокатода.
4	Фоторезисторы	Собственные и примесные фоторезисторы. Технические характеристики фоторезистора. Структура фоторезистора. Типовая схема включения фоторезистора как приемника.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
5	Фотовольтаические эффекты в неоднородных структурах	Фотовольтаический (вентильный эффект). Фотодиод: принцип работы, вольт-амперная характеристика р-п перехода, спектральная зависимость фоточувствительности р-п перехода. Барьер Шоттки.
6	р-і-п фотодиоды	Структура и принцип действия р-і-п фотодиодов. Схема включения р-і-п фотодиода
7	Лавинный фотодиод	Структура лавинного фотодиода на основе кремния. Принцип работы и характеристика. Коэффициент лавинного умножения. Соотношение сигнал / шум в лавинном фотодиоде
8	Приемники оптических изображений	Видикон, плюмбиконы и кремниконы. Приемники изображения на ПЗС
9	Солнечные фотопреобразователи	Принцип действия солнечных преобразователей, основные характеристики. Каскадные фотоэлементы
10	Заключение	Новые разработки фотопреобразователей. Перспективы их применения.

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование характеристик фототранзисторов	2
2. Исследование спектральных характеристик фотодиодов	2
3. Исследование импульсных характеристик фотодиодов	2
4. Исследование характеристик фоторезисторов	2
Итого	8

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Болометры. Применение болометров	1
2. Фотоэлектронные умножители и их применение	1
3. Фоторезисторы. Полупроводниковые материалы для создания фоторезисторов.	1
4. Фотодиоды на основе р-п перехода и их применение	1
5. р-і-п фотодиоды и их применение	1
6. Лавинные фотодиоды и их применение	1
7. Фототранзисторы и их применение	1
8. МДП-фотоприемники с неравновесным обеднением и их применение	1
9. ФП, содержащие квантово-размерные структуры	1
10. Дискретные МДП-фотоприемники	1
11. Матрицы фотоприемников с зарядовой связью (ФПЗС). Приемники оптических изображений	1

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
12. Многоцветные приемники оптического излучения.	1
13. Координатные фотоприемники	1
14. Гетерофотодиоды.	1
15. Термофотоэлектрические преобразователи излучения	1
16. Фотоприемные устройства для волоконно-оптических линий связи	1
17. Технические системы дневного видения, видеокамеры	1
18. Технические системы ночного видения	1
19. Оптические газоанализаторы и применяемые в них фотоприемники	1
20. Дальномеры и применяемые в них фотоприемники	1
21. Оптические системы наведения в военном применении	1
22. Лазерные инерциальные гироскопические системы навигации и применяемые в них фотоприемники	1
23. Оптико-электронные системы астроориентации и астрокоррекции	1
24. Фотоприемники на основе органических материалов	1
Итого	24

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	10
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	9
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
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	30
ИТОГО СРС	59

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	Пихтин, Александр Николаевич. Оптическая и квантовая электроника [Текст] : учеб. для вузов по направлению "Электроника и микроэлектроника" / А. Н. Пихтин, 2001. -573 с.	238
2	Ишанин, Геннадий Григорьевич. Приемники излучения [Текст] : Учеб. пособие для вузов / Г.Г. Ишанин, Э.Д. Панков, В.П. Челибанов, 2003. -527 с.	65
3	Ишанин, Геннадий Григорьевич. Приемники оптического излучения [Текст] : учеб. / Г. Г. Ишанин, В. П. Челибанов ; под ред. В. В. Коротаева, 2014. -303 с.	29
4	Порфирьев, Леонид Федорович. Основы теории преобразования сигналов в оптико-электронных системах [Текст] : учеб. / Л. Ф. Порфирьев, 2013. - 386, [1] с.	11
5	Пасынков, Владимир Васильевич. Полупроводниковые приборы [Текст] : [учеб. пособие для вузов по направлению подготовки бакалавров и магистров "Электроника и микроэлектроника" и по направлению подготовки диплом. специалистов "Электроника и микроэлектроника"] / В.В.Пасынков, Л.К.Чиркин, 2009. -479 с.	24
6	Грунин, Виктор Константинович. Источники и приемники излучения [Текст] : учеб. пособие / В. К. Грунин, 2015. -166 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
2	Карлов, Николай Васильевич. Лекции по квантовой электронике [Текст] : учеб. пособие для физ. специальностей вузов / Н.В. Карлов, 1983. -319 с.	12

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Твердотельные фотоэлектронные приборы https://www.niielectron.ru/product-category/nasha_produkcija/tverdotelnye-fotoelektronnye-pribory/

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=13131>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Фотоприемники» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок
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 дифференциальному зачету получают студенты, выполнившие и защитившие 4 лабораторных работы, выполнившие контрольную работу на положительную оценку. Дифференциальный зачет проводится в устной форме по билетам, содержащим два теоретических вопроса.

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

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Что такое тепловые фотоприемники. Типы тепловых фотоприемников.
2	Нарисовать график зависимости тока от напряжения при различных освещенностях для фоторезистора
3	Формула квантовой эффективности фотоприемника. Расписать определение всех величин.
4	График зависимости тока от напряжения при различных освещенностях для фотодиода
5	Принцип работы лавинного фотодиода
6	Нарисовать график зависимости фоточувствительности от энергии падающих фотонов для фотоприемника. Какие параметры его определяют?
7	Энергетическая диаграмма фотоприемника на основе барьера Шоттки. Описать принцип его работы.
8	Нарисовать ФЭУ. Описать принцип его работы.
9	Солнечная энергетика. Что такое АМ0, АМ1, АМ2.
10	Что такое важнейший параметр солнечной батареи.
11	Болометры. Применение болометров.
12	Фотозлектронные умножители и их применение.
13	Фоторезисторы. Полупроводниковые материалы для создания фоторезисторов
14	Фотодиоды на основе р-п перехода и их применение.
15	р-і-п фотодиоды и их применение.
16	Лавинные фотодиоды и их применение.
17	Фототранзисторы и их применение.
18	МДП-фотоприемники с неравновесным обеднением и их применение.
19	ФП, содержащие квантово-размерные структуры.
20	Дискретные МДП-фотоприемники.
21	Матрицы фотоприемников с зарядовой связью (ФПЗС). Приемники оптических изображений.
22	Многоцветные приемники оптического излучения.
23	Координатные фотоприемники.

24	Гетерофотодиоды.
25	Термофотоэлектрические преобразователи излучения.
26	Фотоприемные устройства для волоконно-оптических линий связи.
27	Технические системы дневного видения, видеокамеры.
28	Технические системы ночного видения.
29	Оптические газоанализаторы и применяемые в них ФП.
30	Дальномеры и применяемые в них ФП.

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 Фотоприемники ФЭЛ

1. График зависимости тока от напряжения при различных освещенностях для фотодиода.
2. Фотоприемные устройства для волоконно-оптических линий связи..

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

С.А. Тарасов

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Контрольная работа №1.

1. Если фотодиод включен в режиме фотопреобразователя (обратное смещение р-п-перехода), то какими носителями заряда создается измеряемый фототок (выберите один ответ):

• основными носителями

- неосновными носителями
- носителями объемного заряда

2. В p_{in}-диоде средняя область (i-область) обычно формируется следующим образом (выберите один ответ):

- как сильно легированная
- как слабо легированная
- оставляется нелегированной

3. Принцип действия p_{in}-диода обусловлен следующим процессом (выберите один ответ):

- сильной инжекцией носителей заряда в i-область
- пробоем i-области под действием сильного электрического поля
- ускоренной рекомбинацией носителей заряда в i-области

4. Работа лавинного фотодиода основана на явлении ударной ионизации сгенерированных падающим светом носителей заряда (электронов). Какое внешнее воздействие приводит к необходимому усилению фототока (выберите один ответ):

- приложение сильного прямого смещения напряжения
- приложение сильного обратного смещения напряжения
- повышение темнового тока до необходимого высокого уровня

5. ПЗС-матрица может быть представлена как массив, состоящий из (выберите один ответ):

- фоторезисторов
- фототранзисторов
- фотодиодов

6. Какой из слоев структуры ПЗС-матрицы выполняет роль прозрачного электрода (выберите один ответ):

- поликристаллический кремний
- оксид кремния
- легированный n-кремний

7. Что представляет собой регистр сдвига ПЗС-матрицы (выберите один ответ):

- ряд усилителей
- ряд контактных элементов
- ряд ПЗС-элементов

8. Между соседними элементами ПЗС-матрицы располагаются электроды, обеспечивающие синхронное перемещение последовательности электрических зарядов. Как называются эти электроды (выберите один наиболее подходящий ответ):

- электроды управления
- электроды переноса
- электроды синхронизации

9. Какие из перечисленных преимуществ наиболее характерны для ПЗС-матриц (выберите два ответа):

- низкое энергопотребление
- рекордное быстродействие
- низкий уровень шума
- высокое разрешение
- произвольный доступ к пикселям

10. КМОП-матрица может быть представлена как массив, состоящий из (выберите один наиболее точный ответ):

- фототранзисторов
- фотодиодов и транзисторов
- фотодиодов и фототранзисторов

Вопросы к коллоквиумам:

1. Чем отличаются понятия "спектральная чувствительность" и "спектр чувствительности"?

2. Что такое "квантовый выход фотоэмиссии"? Какова его роль при работе фотоприемника?

3. Как и почему материал входного окна влияет на избирательную чувствительность вакуумных фотоэлементов и ФЭУ?

4. Какие характеристики конструктивных элементов определяют спектр чувствительности фотосопротивления, фотодиода?

5. В чем заключается различие при измерении спектра чувствительности фотоприемника, если используется призмный или дифракционный монохроматор?

6. Изменится ли результат измерения спектральной чувствительности, если заменить стандартный источник света с $T_{ц} = 2856\text{К}$ (источник типа А) на стандартный источник с $T_{ц} = 4870\text{К}$?

7. Каковы различия в порядке работы при измерениях спектра чувствительности Ф-25 и ФЭУ-92 ?

8. Каким образом влияет на результаты измерений спектра чувствительности фотоприемника величина линейной дисперсии монохроматора ?

9. Для каких целей необходима информация о чувствительности фотоприемников ?

10. Почему для решения большинства практических задач достаточно знать относительную спектральную чувствительность фотоприемника ?

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	Фотодетекторы: классификация и технические характеристики.	Коллоквиум
7	p-i-n фотодиоды	Коллоквиум
8	Фотодетекторы: классификация и технические характеристики. Фотоэлектронные умножители Фоторезисторы Фотовольтаические эффекты в неоднородных структурах p-i-n фотодиоды Лавинный фотодиод Приемники оптических изображений Солнечные фотопреобразователи	Контрольная работа

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 дифференцированный зачет.

на лабораторных занятиях

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине «Фотоприемники» студент обязан выполнить 4 лабораторные работы. Под выполнением лабораторных работ подразумевается подготовка к работе, проведение экспериментальных исследований, подготовка отчета и его защита на коллоквиуме. После каждых 2 лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиума на 4 и 7 неделях, на которых осуществляется защита лабораторных работ. 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 экспериментальных исследований и представляется преподавателю.

давателю на проверку. После проверки отчет либо возвращается (при наличии замечаний) на доработку, либо подписывается к защите.

Лабораторные работы защищаются студентами индивидуально. Каждый студент получает вопрос по теоретической части, или по процедуре проведения экспериментальных исследований, или по последующей обработке результатов, после чего ему предоставляется время для подготовки ответа. При обсуждении ответа преподаватель может задать несколько уточняющих вопросов. В случае если студент демонстрирует достаточное знание вопроса, работа считается защищенной.

На защите лабораторной работы студент должен показать: понимание методики исследования и знание особенностей её применения, понимание и умение объяснять особенности применяемых методов, возможные области их применения и т.д., умение давать качественную и количественную оценку полученных экспериментальных результатов и прогнозировать реакции исследуемого объекта на различные воздействия, навыки и умения, приобретенные при выполнении лабораторной работы.

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

на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий) и написание контрольной работы в форме теста из 10 вопросов, по результатам которого студент получает допуск на дифференцированный зачет.

Критерии оценивания контрольной работы:

отлично - 9-10 правильных ответов;

хорошо - 7-8 правильных ответов;

удовлетворительно - 5-6 правильных ответов;

неудовлетворительно - менее 5 правильных ответов;

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.

самостоятельной работы студентов

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

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, рабочее место преподавателя, измерительные стенды для исследования фототранзисторов и фотодиодов.	
Практические занятия	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
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

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