

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

«СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

по профилю

«Квантовая и оптическая электроника»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

профессор, д.ф.-м.н., профессор Бобыль 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

«СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА»

Изучение дисциплины предусматривает получение базовых знаний в области возобновляемых источников энергии, включая перспективы солнечной энергетики, классификацию фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии, основные материалы фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии, принцип работы, конструкции и характеристики фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии, параметры реальных фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии, потери энергии в солнечном элементе, основы технологии формирования тонкопленочных солнечных элементов на основе тонких пленок различных материалов, особенности работы фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии на основе a-Si:H, основные направления повышения эффективности фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии; формирование умений и навыков выбора материалов и технологий изготовления солнечных элементов с заданными параметрами; моделирования фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии на основе кремния.

SUBJECT SUMMARY

«SOLAR ENERGY»

The course provides basic knowledge in the field of renewable energy sources, including the prospects of solar energy, the classification of solar photovoltaic converters, the basic materials of solar photovoltaic converters, the principle of operation, design and characteristics of solar photovoltaic converters, the parameters of real solar photovoltaic converters, energy losses in a solar cell, the basics of technology for the formation of thin-film solar cells based on thin films of various materials, the operation of photoelectric solar energy converters based on a-Si:H, the main approaches for increasing the efficiency of photoelectric solar energy converters; skills

and abilities in the choice of materials and technologies for the manufacture of solar cells with specified parameters; simulation of photoelectric solar energy converters based on silicon.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целями дисциплины являются:

-изучение физических основ фотоэлектрических тонкопленочных преобразователей солнечной энергии, характеристик материалов для их изготовления, принципов моделирования солнечных элементов и направлений повышения эффективности фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии;

-формирование умений и навыков работы с материалами и технологиями изготовления солнечных элементов с заданными параметрами; моделирования фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии на основе кремния.

2. Задачами дисциплины являются:

-получение знаний в области возобновляемых источников энергии;

-формирование умений выбирать материалы и технологию изготовления солнечных элементов с заданными параметрами; моделировать фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии на основе кремния;

-приобретение навыков работы с материалами солнечной фотоэнергетики и с научно-технологическим оборудованием, используемым при производстве солнечных элементов, навыки применения методов оценки качества солнечных элементов и перспективных направлений их развития.

3. Знания перспектив солнечной энергетики, классификации фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии, основных материалов фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии, принципов работы, конструкции и характеристик фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии, параметров реальных фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии, потерь энергии в солнечном элементе, основ технологии формирования тонкопленочных солнечных элементов на основе тонких пленок различных мате-

риалов, особенностей работы фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии на основе a-Si:H, основных направлений повышения эффективности фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии.

4. Умения:

-выбирать материалы и технологию изготовления солнечных элементов с заданными параметрами;

-моделировать фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии на основе кремния.

5. Навыки работы с материалами солнечной фотоэнергетики и с научно-технологическим оборудованием, используемым при производстве солнечных элементов, навыки применения методов оценки качества солнечных элементов и перспективных направлений их развития.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Компоненты фотоники»

2. «Введение в оптику твердого тела»

3. «Квантовая и оптическая электроника»

4. «Твердотельная электроника»

5. «Технология материалов и элементов электронной техники»

6. «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 нанoeлектроники 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	Возобновляемые источники энергии	1	2			6
3	Солнечные элементы на основе a-Si:H.	1	4	2		10
4	Основные направления повышения эффективности солнечных элементов на основе a-Si:H.	4	6	2		14
5	Технология формирования тонкопленочных солнечных элементов	4	6	2		14
6	Методы измерения параметров солнечных элементов.	4	6	2		15
7	Заключение	1			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. Цели и задачи. Основные положения и определения.
2	Возобновляемые источники энергии	Возобновляемые источники энергии. Перспективы солнечной энергетики. Классификация фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии. Основные материалы и типы тонкопленочных солнечных элементов.
3	Солнечные элементы на основе a-Si:H.	Принцип работы, конструкции и характеристики солнечных элементов на основе a-Si:H.
4	Основные направления повышения эффективности солнечных элементов на основе a-Si:H.	Основные направления повышения эффективности солнечных элементов на основе a-Si:H. Многопереходные фотоэлементы на основе аморфных гидрогенизированных полупроводников. Солнечные элементы на основе гетероструктур a-Si:H/c-Si.
5	Технология формирования тонкопленочных солнечных элементов	Технология формирования тонкопленочных солнечных элементов на основе тонких пленок различных материалов, включая пленки гидрогенизированного аморфного и микрокристаллического кремния.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
6	Методы измерения параметров солнечных элементов.	Спектральные характеристики солнечных элементов. Методы и средства исследования спектральных зависимостей внешнего квантового выхода, спектральные зависимости коэффициентов отражения и пропускания. Экспериментальные установки для исследования спектральных характеристик.
7	Заключение	Перспективы развития солнечной энергетики

4.2 Перечень лабораторных работ

Наименование лабораторной работы	Количество ауд. часов
1. Исследование края собственного поглощения тонких пленок аморфного и микрокристаллического кремния	2
2. Исследование фотоэлектрических характеристик полупроводниковых материалов и структур на их основе	2
3. Исследование вольтамперных характеристик солнечных модулей на основе монокристаллического и аморфного кремния	2
4. Исследование вольтамперных характеристик солнечных элементов и модулей в условиях неконцентрированного солнечного излучения	2
Итого	8

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Основные материалы фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии	2
2. Принцип работы, конструкции и характеристики солнечных элементов	4
3. Параметры реальных солнечных элементов и модулей. Потери энергии в фотоэлектрических преобразователях солнечной энергии.	4
4. Основные направления повышения эффективности фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии на основе кремния	4
5. Технология формирования тонкопленочных солнечных элементов на основе тонких пленок различных материалов	4
6. Методы и средства измерения параметров солнечных элементов и модулей.	6
Итого	24

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 НАУЧНО-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	Солнечная энергетика в России	Solar Energy in Russia
2	Развитие солнечной энергетики в мире	Development of Solar Energy Worldwide
3	Солнечный кремний. Технологий производства кремниевых пластин для солнечной энергетике. Мультикристаллический кремний	Solar silicon. Production technology of silicon wafers for solar energy.
4	Гетероструктурные (НТ) ФЭП.	Heterostructure (HJT) solar cells.
5	Методы аккумулирования энергии для солнечных электростанций.	Methods of energy accumulation for solar power plants.

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	5
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	8
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 библ.
Основная литература		
1	Афанасьев, Валентин Петрович. Тонкопленочные солнечные элементы на основе кремния [Текст] / В.П. Афанасьев, Е.И. Теруков, А.А. Шерченков, 2010. -167 с.	10
2	Исследование нано-и микросенсоров [Текст] : метод. указания к лаб. работам / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) ”ЛЭТИ”, 2011. -59, [1] с.	7
3	Роза, Альдо Виейра да. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы [Текст] : [учеб. пособие] / А. да Роза ; пер. с англ. под ред. С. П. Малышенко, О. С. Попеля, 2010. -702, [1] с.	6
Дополнительная литература		
1	Шур, Михаил. Физика полупроводниковых приборов: В 2 кн. [Текст]. Кн. 2 / Ю.Д.Биленко, В.Л.Видро, 1992. -295 с	14
2	Гаман, Василий Иванович. Физика полупроводниковых приборов [Текст] : Учеб. пособие для вузов по спец. ”Радиофизика и электроника”, ”Опто-электронные приборы и системы” / В.И.Гаман, 2000. -425 с.	13

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Прогностическая база данных климатических ресурсов NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources https://power.larc.nasa.gov/
2	Лаборатория НТЦ ТПТ https://tf-tc.com/lab

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=13128>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Солнечная энергетика» формой промежуточной аттестации является дифф. зачет. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

Дифференцированный зачет

Оценка	Количество баллов	Описание
Неудовлетворительно	0 – 21	теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практически навыки и умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над курсом не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий
Удовлетворительно	22 – 28	теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки и умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки
Хорошо	29 – 34	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки и умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
Отлично	35 – 40	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки и умения сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено количеством баллов, близким к максимальному

Особенности допуска

Допуск к дифференцированному зачету обучающие получают при условии сдачи реферата, выполнения 4 лабораторных работ и представления отчетов по ним, защиты отчетов по 4 лабораторным работам на коллоквиуме. Итоговая оценка выставляется по сумме баллов за реферат и защиту лабораторных работ в соответствии со шкалой оценок. Оценка 0 баллов по какому-либо виду контроля (реферат или защита л/р) означает оценку "неудовлетворительно" независимо от общей суммы баллов.

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

Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Почему аморфный гидрогенизированный кремний нашел применение с солнечной энергетике?
2	Перечислите основные факторы, приводящие к потерям в солнечных элементах?
3	Что позволяет обеспечить повышение эффективности и стабильности основных параметров солнечных элементов на основе аморфного и микрокристаллического кремния
4	В чем преимущества многопереходных фотоэлементов на основе аморфных гидрогенизированных полупроводников, а в чем недостатки?
5	Как классифицируются фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии ?
6	Каковы особенности конструкции и характеристик солнечных элементов на основе a-Si:H?
7	В чем преимущества многопереходных фотоэлементов на основе аморфных гидрогенизированных полупроводников, а в чем недостатки.
8	Чем определяется эффективность преобразования оптического излучения в солнечных элементах (факторы, определяющие КПД)?
9	Перечислите основные характеристики солнечных элементов
10	Солнечный элемент в отсутствие освещения и под освещением.
11	В чем заключается эффект Стаблера–Вронского?
12	Что будет определять максимальный ток короткого замыкания сдвоенного солнечного элемента при освещении?
13	Чем будет определяться максимальное напряжение холостого хода сдвоенного солнечного элемента?
14	Поясните принцип действия солнечных элементов.
15	Спектральные характеристики солнечных элементов.

16	Технология формирования тонкопленочных солнечных элементов на основе тонких пленок различных материалов
17	Основные материалы и типы тонко-пленочных солнечных элементов.
18	Методы и средства исследования спектральных зависимостей внешнего квантового выхода, спектральные зависимости коэффициентов отражения и пропускания.
19	Методы измерения параметров солнечных элементов.
20	Перспективы развития солнечной энергетики

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Примеры вопросов к коллоквиуму

1. Чему равен обратный ток насыщения I_0
2. Каково сопротивление нагрузки, соответствующее съему максимальной мощности?
3. Какова эффективность преобразования энергии при такой нагрузке?
4. Оцените ток короткого замыкания.
5. Чему равна полезная мощность при сопротивлении нагрузки 200 мОм?
6. Чему равен КПД устройства при такой нагрузке?
7. В каком режиме работают солнечные элементы?
8. Какая классификация фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии нашла наиболее широкое применение?
9. Почему аморфный водородированный кремний нашел применение в солнечной энергетике?

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
3	Солнечные элементы на основе a-Si:H.	Отчет по лаб. работе
4	Основные направления повышения эффективности солнечных элементов на основе a-Si:H.	Отчет по лаб. работе
5	Технология формирования тонкопленочных солнечных элементов	Отчет по лаб. работе
6	Методы измерения параметров солнечных элементов.	Отчет по лаб. работе
7	Солнечные элементы на основе a-Si:H. Основные направления повышения эффективности солнечных элементов на основе a-Si:H. Технология формирования тонкопленочных солнечных элементов Методы измерения параметров солнечных элементов.	Коллоквиум
8	Возобновляемые источники энергии Солнечные элементы на основе a-Si:H. Основные направления повышения эффективности солнечных элементов на основе a-Si:H. Технология формирования тонкопленочных солнечных элементов Методы измерения параметров солнечных элементов.	Реферат

6.4 Методика текущего контроля

на лекциях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 70 % занятий) по результатам которого студент получает доступ к дифференцированному зачету.

на практических занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 70 % занятий), по результатам которого студент получает доступ к дифференцированному зачету, и подготовку реферата.

Реферат оценивается по 20-балльной шкале по результатам проверки преподавателем:

20 баллов - тема раскрыта полностью, оформление соответствует всем требованиям, литературные источники соответствуют всем требованиям

18 баллов - тема раскрыта в значительной степени, оформление соответствует всем требованиям, литературные источники соответствуют всем требованиям

16 баллов - тема раскрыта в значительной степени, оформление соответствует всем требованиям, есть замечания к литературным источникам

14 баллов - тема раскрыта в значительной степени, есть замечания к оформлению, есть замечания к литературным источникам

12 баллов - тема раскрыта частично, есть замечания к оформлению, есть замечания к литературным источникам

10 баллов - тема раскрыта частично, есть серьезные замечания к оформлению, есть серьезные замечания к литературным источникам

0 баллов - тема не раскрыта, литературные источники полностью не соответствуют требованиям

на лабораторных занятиях

- Порядок выполнения лабораторных работ, подготовки отчетов и их защиты

В процессе обучения по дисциплине 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 выполнения всех лабораторных работ предусматривается проведение коллоквиума на 7 неделе, на котором осуществляется защита отчетов 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.

Отчеты лабораторных работ защищаются студентами индивидуально на коллоквиуме. 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.

Защита отчетов оценивается по 5-балльной шкале.

5 баллов - дан исчерпывающий ответ на вопросы, замечаний к отчету нет

4 балла - дан удовлетворительный ответ на вопросы, есть небольшие замечания к отчету

3 балла - ответ на вопрос неполный, есть существенные замечания к отчету

0 баллов - нет ответа на вопрос, отчет оформлен с грубыми нарушениями, отчет не представлен

самостоятельной работы студентов

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

Итоговая оценка выставляется по сумме баллов за реферат (максимум 20 баллов) и защиту лабораторных работ (максимум 5 баллов за каждую л/р, всего до 20 баллов). Оценка 0 баллов по какому-либо виду контроля (контрольные работы, доклады или защита л/р) означает итоговую оценку ”неудовлетворительно” независимо от общей суммы баллов.

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, спектрофотометр быстрого сканирования, лабораторный стенд для исследования ВАХ солнечных элементов.	
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