

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Матвеев П.В.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СОЛНЕЧНЫЕ ЭНЕРГОСТАНЦИИ

| | |
|--|--------------------------------------|
| Направление/специальность подготовки | 12.03.02 Оптотехника |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Оптико-электронные приборы и системы |
| Уровень высшего образования | Бакалавриат |
| Форма обучения | Очная |
| Факультет | О Естественнонаучный |
| Выпускающая кафедра | О4 ФИЗИКА |
| Кафедра-разработчик рабочей программы | О4 ФИЗИКА |

| КУРС | СЕМЕСТР | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ) | ЧАСЫ (по наличию видов занятий) | | | | | | | | | ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ |
|-------|---------|---|---------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | | | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ | АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ | | | | САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА | | | | |
| | | | | ВСЕГО | ЛЕКЦИИ | ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ | ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ | ВСЕГО | КУРСОВОЙ ПРОЕКТ | КУРСОВАЯ РАБОТА | ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ | |
| 3 | 6 | 5 | 180 | 85 | 34 | 34 | 17 | 95 | 0 | 18 | 77 | диф. зач. |
| 4 | 7 | 5 | 180 | 85 | 34 | 17 | 34 | 95 | 0 | 0 | 95 | диф. зач. |
| ВСЕГО | | 10 | 360 | 170 | 68 | 51 | 51 | 190 | 0 | 18 | 172 | |

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

12.03.02 Оптотехника

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра О4 ФИЗИКА

Комарова Ольга Сергеевна, к.ф.-м.н., доцент

Кафедра О4 ФИЗИКА

Ляхович Дмитрий Николаевич, старший преподаватель

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **О4 ФИЗИКА**

Заведующий кафедрой Федоров Д.Л., д.ф.-м.н., проф.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

О4 ФИЗИКА

Заведующий кафедрой Федоров Д.Л., д.ф.-м.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ СОЛНЕЧНЫЕ ЭНЕРГОСТАНЦИИ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-3.1 — способность проектировать и конструировать оплотехнику, оптические и оптико-электронные приборы и комплексы

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-3.1

знания:

на уровне представлений: принципы действия приборов и устройств солнечной энергетики;

на уровне воспроизведения: основные физические принципы, лежащие в основе работы солнечных батарей;

на уровне понимания: теоретические, практические, конструкторско-технологические и метрологические основы конструирования, исследования и эксплуатации отдельных модулей и системы в целом;

умения:

рассчитывать энергетические и эксплуатационные параметры солнечных энергоблоков и систем;

навыки:

разработки и технического обслуживания приборов и систем солнечной энергетики.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **СОЛНЕЧНЫЕ ЭНЕРГОСТАНЦИИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.02 Оптотехника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА, ВОЛНОВАЯ ОПТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ЛУЧЕВОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ, АДАПТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В ГЕОИНФОРМАТИКЕ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
- ОПК-3 — Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики оптических измерений
- ОПК-4 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен участвовать в разработке текстовой, проектной и конструкторской документации в соответствии с нормативными требованиями

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 з.е., 360 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

| КУРС | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме | | | | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % |
|----------------------------|---------|---|-------|---------------------------------------|--------|------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|
| | | | | ВСЕГО | Лекции | Лабораторный практикум | Практические занятия | | |
| 3 | 6 | Раздел 1. Солнце как источник энергии. 1.1 Солнце, как источник энергии. Солнечная энергетика: источник энергии, пути преобразования энергии, типы энергостанций и линии передачи энергии. Астрономические характеристики Солнца: внутреннее строение, масса, размеры, температура, мощность излучения. Атмосфера Солнца. 1.2 Фотосфера как источник оптического излучения. Ультрафиолетовое, рентгеновское, радио и другие виды электромагнитного излучения Солнца. 1.3 Корпускулярное излучение: солнечный ветер, солнечные космические лучи от вспышек. Солнечно-Земные связи. Межпланетная среда. Солнечно-Земные связи, Магнитное поле и магнитные бури. 1.4 Энергетические и фотометрические характеристики оптического излучения. Геометрические характеристики Солнца, как излучателя энергии. | 27 | 12 | 10 | 2 | 0 | 15 | 12 |
| 3 | 6 | Раздел 2. Методы преобразования и пути использования солнечной энергии. 2.1 Преобразование солнечной энергии в тепловую. Солнечные высокотемпературные источники тепла (СВИТ): приемники сконцентрированной солнечной энергии, аккумуляторы тепла, энергетические характеристики. 2.2 Преобразование солнечной энергии в электрическую. Физические эффекты преобразования энергии: фотоэлектрические и термоэлектрические явления. 2.3 Преобразование солнечного излучения в когерентное. Полупроводниковые лазеры с прямой и солнечной накачкой. 2.4 Преобразование солнечной энергии в механическую. Солнечный парус. Солнечные тепловые, ракетные и электроракетные двигатели. | 83 | 39 | 12 | 18 | 9 | 44 | 15 |
| 3 | 6 | Раздел 3. Солнечные элементы (СЭ). 3.1 Солнечные элементы с р-п переходами. Физические основы работы. КПД и основные виды потерь. Влияние внешних параметров на характеристики солнечных элементов. 3.2 Полупроводниковые материалы для СЭ. Многокаскадные СЭ с гетеропереходами: устройство, принцип действия, характеристики и параметры. 3.3 Концентраторы солнечного излучения. Энергетические характеристики СЭ с концентраторами. Оптимизация степени концентрации при пассивном и активном охлаждении фотопреобразователей. 3.4 Многокаскадные фотопреобразователи. | 70 | 34 | 12 | 14 | 8 | 36 | 16 |
| Всего за 6 семестр | | | 180 | 85 | 34 | 34 | 17 | 95 | 43 |
| 4 | 7 | Раздел 4. Солнечные батареи. 4.1 Солнечные батареи. Схемы построения, выбор рабочего напряжения. 4.2 Методы снижения влияния электростатических и магнитных полей. Электропроводящие покрытия. 4.3 Ориентируемые на Солнце и не ориентируемые солнечные батареи. 4.4 Несущие конструкции наземных и космических батарей. Жесткие, полужесткие и гибкие конструкции. Примеры исполнения, характеристики и параметры солнечных батарей. | 100 | 45 | 18 | 9 | 18 | 55 | 30 |
| 4 | 7 | Раздел 5. Солнечные наземные и космические энергостанции. 5.1 Состав, комплектация, характеристики основных элементов. Устройство и характеристики систем ориентации, автоматического управления и контроля. 5.2 Химические аккумуляторные батареи, система терморегулирования и др. 5.3 Основы проектирования солнечных энергостанций 5.4 Техническое обслуживание и ремонт основных узлов солнечных энергостанций. | 80 | 40 | 16 | 8 | 16 | 40 | 27 |
| Всего за 7 семестр | | | 180 | 85 | 34 | 17 | 34 | 95 | 57 |
| Всего по дисциплине | | | 360 | 170 | 68 | 51 | 51 | 190 | 100 |

3.2. Аудиторный практикум

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Тема практического занятия | Объем, ауд. часов |
|---------------------------|---|--|-------------------|
| 1 | Раздел 2. Методы преобразования и пути использования солнечной энергии. | Исследование фотоэффекта | 9 |
| 2 | Раздел 3. Солнечные элементы (СЭ). | Изучение эффектов Зеебека и Холла. | 8 |
| Всего за 6 семестр | | | 17 |
| 3 | Раздел 4. Солнечные батареи. | Определение характеристик и параметров солнечной батареи | 18 |
| 4 | Раздел 5. Солнечные наземные и космические энергостанции. | Исследование фотоэлементов | 16 |
| Всего за 7 семестр | | | 34 |

3.3. Лабораторный практикум

| № | Номер и | Тема лабораторного практикума | Объем, |
|---|---------|-------------------------------|--------|
|---|---------|-------------------------------|--------|

| п/п | наименование раздела дисциплины | | ауд. часов |
|---------------------------|---|--|------------|
| 1 | Раздел 1. Солнце как источник энергии. | Знакомство с техникой безопасности, измерительными устройствами, теорией обработки ошибок измерения | 2 |
| 2 | Раздел 2. Методы преобразования и пути использования солнечной энергии. | Выполнение и защита двух лабораторных работ ЛР №1. Исследование фотоэффекта, и ЛР №2. Изучение эффектов Зеебека и Холла | 18 |
| 3 | Раздел 3. Солнечные элементы (СЭ). | Выполнение и защита двух Лабораторных работ ЛРН№3 Сравнение характеристик солнечных элементов. Изучение фотоэлемента с внешним фотоэффектом ЛР №4 Исследование характеристик солнечных батарей концентраторного типа | 14 |
| Всего за 6 семестр | | | 34 |
| 4 | Раздел 4. Солнечные батареи. | Выполнение и защита одной лабораторной работы по темам "Определение характеристик и параметров солнечной батареи" "Исследование фотоэлементов" | 9 |
| 5 | Раздел 5. Солнечные наземные и космические энергостанции. | Выполнение и защита одной лабораторной по темам "Изучение фотоэлемента с внешним фотоэффектом" или "Исследование вольт – амперных характеристик" солнечных элементов | 8 |
| Всего за 7 семестр | | | 17 |

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Содержание учебного задания | Объем, часов |
|--------------------|---|---|--------------|
| 1 | Раздел 1. Солнце как источник энергии. | Изучение рекомендуемой литературы и подготовка к диагностической работе | 10 |
| 2 | | Выбор темы задания курсовой работы. Поиск и обработка материалов теме курсовой работы | 5 |
| 3 | Раздел 2. Методы преобразования и пути использования солнечной энергии. | Изучение рекомендуемой литературы и подготовка к диагностической работе | 10 |
| 4 | | Подготовка к лабораторным работам Выполнение отчета к лабораторным работам | 15 |
| 5 | | Выполнение индивидуального домашнего задания | 5 |
| 6 | | Поиск и обработка материалов теме курсовой работы | 14 |
| 7 | Раздел 3. Солнечные элементы (СЭ). | Изучение рекомендуемой литературы и подготовка к диагностической работе | 5 |
| 8 | | Подготовка к лабораторным работам. Выполнение отчета к лабораторным работам | 5 |
| 9 | | Поиск и обработка материалов теме курсовой работы. Оформление пояснительной записки. Защита курсовой работы | 10 |
| 10 | | Подготовка к дифф. зачету | 16 |
| Всего за 6 семестр | | | 95 |
| 11 | Раздел 4. Солнечные батареи. | Изучение рекомендуемой литературы и подготовка к диагностической работе | 25 |
| 12 | | Подготовка к лабораторным работам. Выполнение отчета к лабораторным работам | 20 |
| 13 | | Выполнение индивидуального домашнего задания | 10 |
| 14 | Раздел 5. Солнечные наземные и космические энергостанции. | Изучение рекомендуемой литературы и подготовка к диагностической работе | 15 |
| 15 | | Выполнение индивидуального домашнего задания | 10 |
| 16 | | Подготовка к дифф. зачету | 15 |
| Всего за 7 семестр | | | 95 |

3.5. Курсовая работа

| СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА | ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра) | ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час) |
|---|---|----------------------------|
| Этап 1. Выдача вариантов задания на написание КР | 1 - 3 | 1 |
| Этап 2. Поиск и обработка материалов по алгоритмам сжатия изображений | 4 - 13 | 8 |
| Этап 3. Оформление пояснительной записки | 14 - 15 | 5 |
| Этап 4. Защита КР | 15 - 15 | 4 |
| Всего за 6 семестр | | 18 |

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| СЕМЕСТР | НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------------|---|---|---|------------|----|---|---|----------------|----|------------|----|----------------|----|----|----|----|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | |
| 6 | | | | | Отч. по ЛР | ДР | | | ДЗ, Отч. по ЛР | ДР | Отч. по ЛР | | Отч. по ЛР | | | КР | ДР | диф. зач. |
| 7 | | | | | | ДР | | | ДЗ, Отч. по ЛР | ДР | | | Отч. по ЛР, ДЗ | | | | ДР | диф. зач. |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- ДЗ – домашнее задание;
- КР – курсовая работа;
- диф. зач. – дифференцированный зачет;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- домашнее задание;
- курсовая работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Б. Н. Формозов. . Аэрокосмические фотоприёмные устройства видимого и инфракрасного диапазонов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, 142 экз.
2. Б. Н. Формозов. . Теоретические основы линий передачи лучевой энергии. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, 127 экз.
3. Б. Н. Формозов. . Теоретические основы распространения лучистых потоков. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 118 экз.
4. В. В. Лентовский, Т. Н. Князева. . Современная лазерная техника. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 26 экз.
5. В. Г. Нечаев. . Оптико-волоконные системы связи. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003, 5 экз.
6. Д. Ю. Иванов, Т. Н. Князева, Ю. Н. Лазарева. . Введение в математическую обработку результатов эксперимента. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 444 экз.
7. Е. Г. Бородина, В. В. Лентовский. . Основы квантовой электроники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 353 экз.
8. И. В. Савельев. . Курс физики. В 3 томах. Санкт-Петербург: Лань, 2023, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474 — Библиотечно-издательский центр БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. LibreOffice;
2. Microsoft Office.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. LibreOffice;
3. Microsoft Office.

6.3. Лабораторные занятия:

1. Установка для лабораторных работ по "Волновая и квантовая оптика".

6.4. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **СОЛНЕЧНЫЕ ЭНЕРГОСТАНЦИИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.02 Оптотехника*. Дисциплина реализуется на факультете О Естественнонаучный БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой О4 ФИЗИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:
ПСК-3.1 способность проектировать и конструировать оплотехнику, оптические и оптико-электронных приборы и комплексы.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с общими характеристиками солнечных энергосистем, солнечных элементов и солнечных батарей, а также обзор солнечных наземных и космических энергостанций.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР;
- домашнее задание;
- курсовая работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **10 з.е., 360 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**68 ч.**), практические занятия (**51 ч.**), лабораторный практикум (**51 ч.**), самостоятельная работа студента (**190 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 360 ч., из них 170 ч. аудиторных занятий, и 190 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

| Наименование работы | Рекомендуемая литература | Трудоемкость, час. |
|---|--|--------------------|
| Раздел 1. Солнце как источник энергии. | | |
| Изучение рекомендуемой литературы и подготовка к диагностической работе | И. В. Савельев. . Курс физики. В 3 томах: Санкт-Петербург: Лань, 2023 (том 2) | 10 |
| Выбор темы задания курсовой работы. Поиск и обработка материалов теме курсовой работы | И. В. Савельев. . Курс физики. В 3 томах: Санкт-Петербург: Лань, 2023 (том 3) В. Г. Нечаев. . Оптико-волоконные системы связи: Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003 (все) | 5 |
| Итого по разделу 1 | | 15 |
| Раздел 2. Методы преобразования и пути использования солнечной энергии. | | |
| Изучение рекомендуемой литературы и подготовка к диагностической работе | Е. Г. Бородина, В. В. Лентовский. . Основы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (все) | 10 |
| Подготовка к лабораторным работам Выполнение отчета к лабораторным работам | | 15 |
| Выполнение индивидуального домашнего задания | | 5 |
| Поиск и обработка материалов теме курсовой работы | | 14 |
| Итого по разделу 2 | | 44 |
| Раздел 3. Солнечные элементы (СЭ). | | |
| Изучение рекомендуемой литературы и подготовка к диагностической работе | В. В. Лентовский, Т. Н. Князева. . Современная лазерная техника: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (все) | 5 |
| Подготовка к лабораторным работам. Выполнение отчета к лабораторным работам | | 5 |
| Поиск и обработка материалов теме курсовой работы. Оформление пояснительной записки. Защита курсовой работы | | 10 |
| Подготовка к дифф. зачету | | 16 |
| Итого по разделу 3 | | 36 |
| Раздел 4. Солнечные батареи. | | |
| Изучение рекомендуемой литературы и подготовка к диагностической работе | Д. Ю. Иванов, Т. Н. Князева, Ю. Н. Лазарева. . Введение в математическую обработку результатов эксперимента: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (все) | 25 |
| Подготовка к лабораторным работам. Выполнение отчета к | | 20 |

| | | |
|---|--|----|
| лабораторным работам | | |
| Выполнение индивидуального домашнего задания | | 10 |
| Итого по разделу 4 | | 55 |
| Раздел 5. Солнечные наземные и космические энергостанции. | | |
| Изучение рекомендуемой литературы и подготовка к диагностической работе | Б. Н. Формозов. . Аэрокосмические фотоприёмные устройства видимого и инфракрасного диапазонов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (все) | 15 |
| Выполнение индивидуального домашнего задания | Б. Н. Формозов. . Теоретические основы линий передачи лучевой энергии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (все) | 10 |
| Подготовка к дифф. зачету | Б. Н. Формозов. . Теоретические основы распространения лучистых потоков: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (все) | 15 |
| Итого по разделу 5 | | 40 |

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- отчет по ЛР;
- домашнее задание;
- курсовая работа;
- дифференцированный зачет;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе (ЛР) представляется в рукописном/печатном виде, на листах формата А4. Содержание отчета должно соответствовать шаблону отчета ЛР. Шаблон ЛР размещен в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» и в УМК дисциплины.

ЛР считается принятой, а студент получает за нее отметку «сдано», если

а) при проверке отчета ЛР выполнены следующие требования:

- заполнены сводные таблицы с результатами измерений;
- выполнен расчет значений искомых величин и их погрешностей; правильно представлены окончательные результаты;
- построены необходимые графики в соответствии с требованиями, изложенными в методических пособиях к лабораторным работам (требования продублированы в шаблоне отчета ЛР);
- проведен анализ полученных результатов путем сравнения их с теоретическими значениями;
- даны письменные ответы на все контрольные вопросы (контрольные вопросы приведены в методических указаниях к каждой лабораторной работе).

б) при защите ЛР:

- студент в форме краткого сообщения изложил результаты выполненной им ЛР;
- студент в устной форме верно ответил на все вопросы, заданные преподавателем, из числа контрольных вопросов, ответы на которые даны в отчете по ЛР.

Если не выполнено хотя бы одно из выше указанных требований к отчету или дан неверный ответ на вопрос, то отчет подлежит доработке или студенту рекомендуется изучить вопрос, на который он ответил неверно.

Домашнее задание

Домашнее задание содержит от 5 до 10 задач.

Домашнее задание «зачтено», если выполнено не менее 80% заданий.

Варианты индивидуальных домашних заданий по разделам курса и требования к их оформлению представлены в УМК дисциплины и выложены в ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ».

Курсовая работа

Перечень тематик курсовых работ:

1. Многокаскадные фотопреобразователи
2. Солнечные батареи
3. Солнечные энергостанции

Темы курсовой работы представлены в УМК дисциплины.

Текст должен быть набран шрифтом Times New Roman, 14, с одинарным или полуторным межстрочным интервалом. Обязательно использование не менее 3 отечественных и не менее 3 иностранных источников, опубликованных в последние 10 лет. Обязательно использование электронных баз данных.

КР должен состоять из четырех основных частей:

- введение,
- основная часть (она может состоять из нескольких глав),
- заключение,
- список использованной литературы.

Общий объем реферата 10-15 страниц машинописного текста: введение – 1-2 страницы, основная часть – 8-11 страниц, заключение – 1-2 страницы.

Процедура защиты курсовой работы: выступление с устной презентацией результатов с последующим групповым обсуждением, ответы на вопросы преподавателя (10 минут).

Критерии оценивания

- соответствие содержания заявленной теме, отсутствие в тексте отступлений от темы 2 балла;
- соответствие целям и задачам дисциплины 4 балла;
- постановка проблемы, корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение 5 баллов;
- логичность и последовательность в изложении материала 3 балла;
- способность к работе с литературными источниками, Интернет-ресурсами, справочной и энциклопедической литературой 2 балла;
- объем исследованной литературы и других источников информации 2 балла;
- владение иностранными языками, использование иностранных источников 3 балла;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса 4 балла;
- умение извлекать информацию, соответствующую поставленной цели, и перераспределять информацию 2 балла;
- навыки планирования и управления временем при выполнении работы 2 балла;
- обоснованность выводов 3 балла;
- наличие авторской аннотации к реферату 1 балл;
- правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты, таблицы и т.д.) 1 балл;
- соблюдение объема, шрифтов, интервалов (соответствие оформления правилам компьютерного набора текста) 1 балл.

Курсовая работа считается сданной, если набрано не менее 25 баллов.

Оценка выставляется в соответствии со следующими критериями:

- менее 25 баллов - неудовлетворительно,
- от 25 до 29 – удовлетворительно,
- от 30 до 32 – хорошо,
- от 33 до 35 – отлично

Дифференцированный зачет

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме дифференцированного зачета, используются билеты с заданиями. Каждый билет содержит 11 заданий, что составляет 100%. Оценка выставляется по результатам устного собеседования в соответствии со следующими критериями:

- менее 50% правильных ответов – неудовлетворительно,
- от 51% до 65 % ответов – удовлетворительно,
- от 66% до 84% ответов – хорошо,
- от 85% до 100% правильных ответов – отлично

Дифференцированный зачет

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме дифференцированного зачета, используются билеты с заданиями. Каждый билет содержит 11 заданий, что составляет 100%. Оценка выставляется по результатам устного собеседования в соответствии со следующими критериями:

- менее 50% правильных ответов – неудовлетворительно,
- от 51% до 65 % ответов – удовлетворительно,
- от 66% до 84% ответов – хорошо,
- от 85% до 100% правильных ответов – отлично

Паспорт фонда оценочных средств

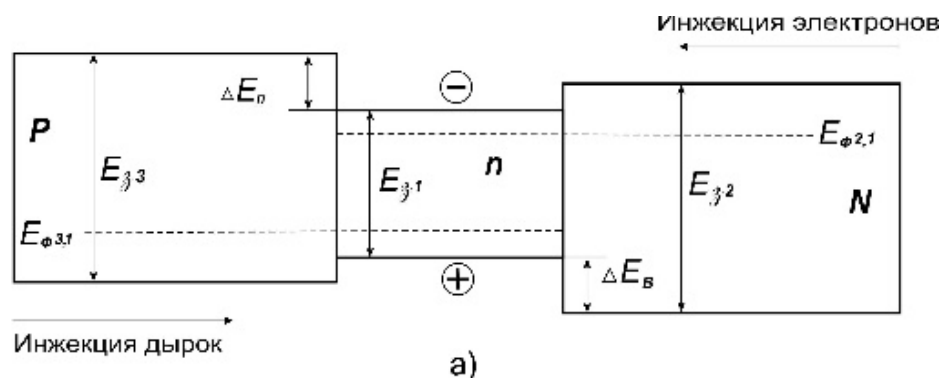
| КУРС | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме | | | | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % | НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА |
|---------------------|---------|---|-------|---------------------------------------|--------|------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| | | | | ВСЕГО | Лекции | Лабораторный практикум | Практические занятия | | ПСК-3.1 | |
| 3 | 6 | Раздел 1. Солнце как источник энергии. | 27 | 12 | 10 | 2 | 0 | 15 | 12 | Отчет по ЛР |
| 3 | 6 | Раздел 2. Методы преобразования и пути использования солнечной энергии. | 83 | 39 | 12 | 18 | 9 | 44 | 15 | Отчет по ЛР, Домашнее задание |
| 3 | 6 | Раздел 3. Солнечные элементы (СЭ). | 70 | 34 | 12 | 14 | 8 | 36 | 16 | Отчет по ЛР, Курсовая работа |
| Всего за 6 семестр | | | 180 | 85 | 34 | 34 | 17 | 95 | 43 | |
| 4 | 7 | Раздел 4. Солнечные батареи. | 100 | 45 | 18 | 9 | 18 | 55 | 30 | Отчет по ЛР, Домашнее задание |
| 4 | 7 | Раздел 5. Солнечные наземные и космические энергостанции. | 80 | 40 | 16 | 8 | 16 | 40 | 27 | Отчет по ЛР, Домашнее задание |
| Всего за 7 семестр | | | 180 | 85 | 34 | 17 | 34 | 95 | 57 | |
| Всего по дисциплине | | | 360 | 170 | 68 | 51 | 51 | 190 | 100 | |

Критерии оценивания

ПСК-3.1

Вопросы открытого типа:

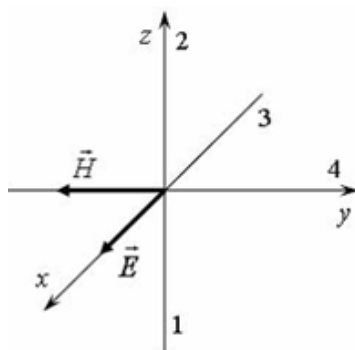
- № 1 Как называется явление, при котором световые фотоны выбивают электроны из полупроводника?
- № 2 Какие метрологические основы включают в себя исследование солнечных батарей?
- № 3 Какой материал чаще всего используется создания подложек в полупроводниковых солнечных батареях?
- № 4 Опишите принцип работы солнечной батареи
- № 5 Как влияет интенсивность света на производительность солнечных батарей?
- № 6 Какие конструкторско-технологические аспекты учитываются при создании солнечных батарей?
- № 7 Как можно повысить эффективность солнечных батарей в условиях слабого освещения?
- № 8 Какие практические методы используются для поддержания чистоты поверхности солнечных батарей с целью оптимизации их работы?
- № 9 Какие физические особенности аморфных солнечных батарей обеспечивают их гибкость?
- № 10 На рисунке представлена зонная диаграмма двойной P-n-N гетероструктуры. Чему будет равна энергия излучающихся фотонов?



- № 11 Что такое p-n переход?
- № 12 Какие процессы и оборудование используются для создания устройств на основе гетероструктур?
- № 13 Можно ли на практике пучок света малой интенсивности сфокусировать в точку?
- № 14 Что такое длина дрейфа носителей заряда?
- № 15 Что такое фонон?
- № 16 Дополните утверждение, чтобы оно стало верным

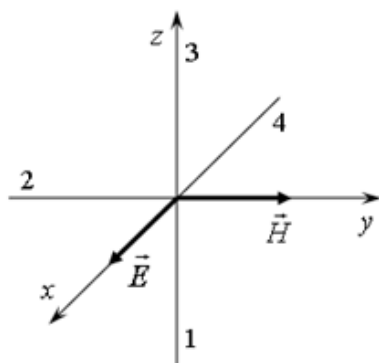
В сферической волне амплитуда волны _____ расстоянию до источника колебаний (в не поглощающей среде)

- № 17 На рисунке показана ориентация векторов напряженности электрического и магнитного полей в электромагнитной волне. Вектор плотности потока энергии электромагнитного поля ориентирован в направлении...



- № 18 На рисунке показана ориентация векторов напряженности электрического и

магнитного поля в электромагнитной волне. Вектор плотности потока энергии электромагнитного поля ориентирован в направлении...



- № 19 Что такое экситон?
- № 20 Элемент какой группы следует ввести в полупроводник, относящийся к IV группе, чтобы получить в нем проводимость n-типа?
Вопросы закрытого типа:
- № 1 Какой физический процесс лежит в основе работы солнечных батарей?
- А) Ядерный распад
- Б) Фотоэффект
- В) Электромагнитная индукция
- Д) Термоядерный синтез
- № 2 Что такое эффект Холла?
- А) Возникновение продольного электрического поля при наличии градиента температуры.
- Б) Перенос энергии при прохождении электрического тока в месте контакта двух разнородных проводников, от одного проводника к другому.
- В) Возникновение поперечной разности потенциалов при помещении проводника с постоянным током в магнитное поле
- Г) Изменение электрического сопротивления материала в магнитном поле
- № 3 Какие устройства являются основными компонентами системы солнечной энергетики?
- А) Водяные мельницы
- Б) Ветрогенераторы
- В) Солнечные батареи
- Д) Ядерные реакторы
- № 4 Какие теоретические основы включают в себя процесс конструирования солнечных батарей?
- А) Теория квантов
- Б) Теория относительности
- В) Теория электромагнитного излучения
- Д) Теория гравитации
- № 5 Какие факторы могут влиять на производительность солнечных модулей?
- А) Цвет кабелей
- Б) Скорость ветра

- В) Тип грунта
Д) Уровень загрязнения поверхности
- № 6 Какое измерение является ключевым для оценки эффективности солнечных модулей?
- А) Температура окружающей среды
Б) Интенсивность света
В) Сила тока в цепи
- Д) Влажность воздуха
- № 7 Чем объясняется малая толщина базы в транзисторе?
- А) Необходимо, чтобы попадающие в базу с эмиттера основные носители зарядов не успевали рекомбинировать.
Б) Необходимо, чтобы попадающие в базу с эмиттера основные носители зарядов успели рекомбинировать.
В) Необходимо, чтобы база не создавала большого сопротивления.
- № 8 Какие конструкторско-технологические основы включают в себя создание солнечных батарей?
- А) Применение оптических линз
Б) Работа с волнами радиочастот
В) Процессы нанесения тонких слоев полупроводников
Д) Производство химических реакторов
- № 9 Возможно ли поглощение фотона с энергией меньшей, чем энергия запрещенной зоны в полупроводнике?
- А) Невозможно, ни при каких условиях
Б) Возможно, если будет поглощаться фотон одновременно только с фононом
В) Возможно, если будет поглощаться фотон одновременно только с экситоном
Г) Возможно, при одновременном поглощении фотона, фонона и экситона
- № 10 Что такое эффект Зеебека?
- А) Возникновение продольного электрического поля при наличии градиента температуры.
Б) Перенос энергии при прохождении электрического тока в месте контакта двух разнородных проводников, от одного проводника к другому.
В) Возникновение поперечной разности потенциалов при помещении проводника с постоянным током в магнитное поле
Г) Изменение электрического сопротивления материала в магнитном поле
- № 11 Для сферической волны справедливо утверждение...
1. Амплитуда волны обратно пропорциональна расстоянию до источника колебаний (в не поглощающей среде)
 2. Волновые поверхности имеют вид параллельных друг другу плоскостей
 3. Амплитуда волны не зависит от расстояния до источника колебаний (при условии, что поглощением среды можно пренебречь)
 4. Амплитуда волны прямо пропорциональна расстоянию до источника колебаний (в не поглощающей среде)
- № 12 Что такое Максвелловское время релаксации?
1. Время, за которое рассеивается импульс электрона

2. Время, за которое рекомбинируют электроны и дырки в полупроводнике
 3. Время, за которое экранируется электрический заряд
 4. Время прохождения электрона, через слой полупроводника
- № 13 Что такое длина дрейфа носителей заряда?
1. Длина на которой экранируется электрический заряд
 2. Длина базы в $p-n-p$ транзисторе
 3. Длина омического контакта
 4. Расстояние, на которое успевает продрейфовать электрон за время жизни
- № 14 Какова ширина запрещенной зоны в GaAs?
1. 0,17 эВ
 2. 1,4 эВ
 3. 4,6 эВ
 4. 3,2 эВ
- № 15 Как связаны степень когерентности со спектральным составом излучения
1. спектральный состав излучения определяет пространственная когерентность
 2. ширина линии люминесценции обратно пропорциональна времени когерентности
 3. время когерентности определяется из соотношения неопределенностей
 4. спектр сигнала зависит от частоты источника
- № 16 Что такое "Область пространственного заряда"
1. это область, обедненная подвижными носителями заряда
 2. это область с повышенной концентрацией подвижных носителей заряда
 3. это область, где заряд положительных ионов компенсирован зарядом подвижных электронов
 4. это область, где сосредоточены только подвижные носители заряда
- № 17 Почему если механически соединить кусочки полупроводников p и n типа (с идеально чистой поверхностью), не удастся получить хороший диод
1. не удастся осуществить совмещение кристаллических решеток
 2. не удастся создать идеально ровные поверхности
 3. не удастся обеспечить плотный контакт
 4. все утверждения верны
- № 18 Как зависит фото-ЭДС солнечного преобразователя от ширины запрещенной зоны материала E_g
1. фото-ЭДС не зависит от E_g
 2. чем больше E_g , тем меньше фото-ЭДС
 3. чем больше E_g , тем больше значение фото-ЭДС
 4. зависимость определяется типом солнечного преобразователя
- № 19 Чем гетеропереход принципиально отличается от гомоперехода?
1. наличием областей с различной шириной запрещенной зоны
 2. видом ВАХ
 3. наличием различных барьеров для электронов и дырок, что позволяет получить одностороннюю инжекцию
 4. возможностью образования как анизотипных, так и изотипных переходов
- № 20 Полупроводники это
1. вещества с высокой электропроводностью
 2. вещества с электропроводностью средней между проводниками и диэлектриками
 3. вещества с низкой электропроводностью
 4. вещества с электронным типом проводимости