

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель направления

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«23» июня 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии»  
(Наименование дисциплины)

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Код специальности           | 13.05.02  |
| Наименование специальности  | Специальные электромеханические системы                     |
| Наименование направленности | Электромеханические системы специальных устройств и изделий |
| Форма обучения              | очная   |

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

старший преподаватель  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

Д.А. Волков  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 32  
«26» апреля 2022 г, протокол № 9

Заведующий кафедрой № 32

доц., к.т.н., доц.  
(уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

С.В. Солёный  
(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 13.05.02(01)

доц., к.т.н., доц.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

О.Я. Солёная  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №3 по методической работе

старший преподаватель  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

Н.В. Решетникова  
(инициалы, фамилия)

### Аннотация

Дисциплина «Возобновляемые и нетрадиционные источники энергии» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по специальности 13.05.02 «Специальные электромеханические системы» направленности «Электромеханические системы специальных устройств и изделий». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способность принимать участие в проектировании электротехнических и электроэнергетических устройств, специальных электромеханических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования»

ПК-3 «Способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с формированием знаний номенклатуры основного энергетического оборудования установок нетрадиционной энергетики; подготовкой студентов к будущей инженерной деятельности.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) являются: формирование знаний номенклатуры основного энергетического оборудования установок нетрадиционной энергетики; подготовка студентов к будущей инженерной деятельности, связанной с разработкой теоретических основ, методов и технических средств использования солнечной, ветровой, приливной, волновой, геотермальной, биоэнергии, гидроэнергии.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции | Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции  |
|--------------------------------|---|---|
| Профессиональные компетенции   | ПК-1 Способность принимать участие в проектировании электротехнических и электроэнергетических устройств, специальных электромеханических систем в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования | ПК-1.В.2 владеет навыком представления этапов реализации проекта и результата своей работы с использованием современных текстовых и графических редакторов  |
| Профессиональные компетенции   | ПК-3 Способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике  | ПК-3.3.1 знает методы и средства планирования и организации опытно-конструкторских разработок и практических экспериментальных исследований; методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации, в том числе с применением технологий искусственного интеллекта |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- Энергетические сооружения установок нетрадиционной и возобновляемой энергетики

- Электроэнергетика
- Электрические станции и подстанции
- Геотермальная энергетика.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- общая энергетика
- электрические машины

### 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы  | Всего  | Трудоемкость по семестрам |
|---|--------|---------------------------|
|   |        | №8                        |
| 1   | 2      | 3                         |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>   | 3/ 108 | 3/ 108                    |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>   | 17     | 17                        |
| <b>Аудиторные занятия, всего час.</b>   | 34     | 34                        |
| в том числе:  |        |                           |
| лекции (Л), (час)   | 17     | 17                        |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)  |        |                           |
| лабораторные работы (ЛР), (час)   | 17     | 17                        |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)  |        |                           |
| экзамен, (час)  |        |                           |
| <b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>  | 74     | 74                        |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Зачет  | Зачет                     |

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины  | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|---|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| Семестр 8   |              |               |          |          |           |
| Раздел 1. Основное энергетическое оборудование и гидравлических и гидроаккумулирующих электростанций. Малые ГЭС и микро-ГЭС | 4            |               | 4        |          | 14        |
| Раздел 2. Основное энергетическое оборудование приливных и волновых электростанций.   | 4            |               | 4        |          | 14        |
| Раздел 3. Оборудование для геотермальной энергетики. Тепловые насосы  | 4            |               | 4        |          | 14        |

|  |    |   |    |   |    |
|--|----|---|----|---|----|
| Раздел 4. Основное энергетическое оборудование солнечных и ветровых энергоустановок            | 2  |   | 2  |   | 16 |
| Раздел 5. Основное оборудование для биоэнергетики. Топливные элементы. Термоэлектрогенераторы. | 3  |   | 3  |   | 16 |
| Итого в семестре:  | 17 |   | 17 |   | 74 |
| Итого  | 17 | 0 | 17 | 0 | 74 |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий  |
|---------------|--|
| 1             | <p>Тема 1. Гидросиловое оборудование ГЭС. Гидротурбины, обратимые и насосные агрегаты гидроузлов. Основное уравнение гидротурбины. Кавитация в гидротурбинах.</p> <p>Содержание темы: Общие понятия о гидротурбинах, их параметрах и показателях, схемах гидротурбинных установок и их составляющих. Основное уравнение гидротурбины. Основные виды и типы гидротурбин. Методы выбора и обоснования основных параметров гидроагрегатов ГЭС. Регулирование расхода гидротурбин. Теория подобия и моделирования и ее использования при проектировании и эксплуатации гидротурбин. Кавитация в гидротурбинах и методы борьбы с ней. Обратимые и насосные агрегаты гидроузлов. Обобщенное определение параметров обратимых машин.</p> <p>Тема 2. Механическое оборудование гидроэлектростанций.</p> <p>Содержание темы: Основные затворы, аварийно-ремонтные, быстродействующие. Ремонтные затворы. Затворы водоприемников. Затворы турбинных трубопроводов: дисковые, шаровые затворы. Сорудерживающие решетки и механизмы их очистки. Подъемно-транспортное оборудование: мостовые краны, козловые краны, стандартные подъемные механизмы. Средства малой механизации.</p> <p>Тема 3. Основное энергетическое оборудование малых и микроГЭС.</p> <p>Содержание темы: Общая характеристика и разновидности малых и микро-ГЭС. Унифицированные энергетические модули малых ГЭС. Виды гидроагрегатов для малых и микро - ГЭС Расчет технико-экономического потенциала водотока. Расчет мощности свободно-поточных гидроагрегатов.</p> |
| 2             | Тема 4. Основное энергетическое оборудование ПЭС.  |

|   |  |
|---|--|
|   | <p>Содержание темы: Особенности компоновки зданий ПЭС. Перспективные районы и схемы использования энергии приливов. Конструкция зданий ГЭС с капсульными гидроагрегатами. Ортогональные турбины, основные преимущества ортогональной турбины.</p> <p>Тема 5. Основное энергетическое оборудование волновых электростанций.</p> <p>Содержание темы: Энергия и мощность волны. Основные типы и схемы волновых электростанций (ВлЭС). Волновая поплавковая ГЭУ. Устройства, отслеживающие профиль волны: качающаяся утка Солтера, плот Кокерелля. Использование колеблющегося водяного столба: осциллирующий водный столб, пульсирующий водный столб Масуды. Оборудование океанических тепловых электростанций ОТЭС.</p> <p>Тема 6. Методы выбора, расчета и обоснования основных параметров ПЭС и ВлЭС</p> <p>Содержание темы: Расчет мощности приливного подъема. Катодная защита от электрохимической коррозии. Определение мощности гидрогенераторов. Энергия и мощность волны. Основные соотношения.</p> |
| 3 | <p>Тема 7. Основное оборудование ГеоТЭС.</p> <p>Содержание темы: Технологическая схема одноконтурной ГеоТЭС и ее основное оборудование. Технологическая схема двухконтурной ГеоТЭС и ее оборудование. Водоаммиачная ГеоТЭС. Турбокомпрессорные геотермальные энергоустановки. Схемы утилизации отработанного рабочего тепла ГеоТЭС. Действующие ГеоТЭС России и их мощности</p> <p>Тема 8. Основное энергетическое оборудование геотермального теплоснабжения. Тепловые насосы.</p> <p>Содержание темы: Системы геотермального теплоснабжения, методы защиты от коррозии. Методика расчета системы отопления помещений геотермальной водой. Принцип работы и характеристики тепловых насосов.</p>  |
| 4 | <p>Тема 9. Основное оборудование солнечных электростанций. Основное оборудование установок солнечного тепло снабжения.</p> <p>Содержание темы: Оборудование для солнечной электростанции башенного типа. Виды концентраторов. СЭС с солнечными прудами. Схема СЭС с параллельным теплоаккумулятором. Принципиальная схема азростатной солнечной электростанции с паровой турбиной. Фотоэлектрические станции. Типы фото- преобразователей и их КПД. Космические солнечные системы.</p>   |

|   |   |
|---|---|
|   | <p>Тема 10. Основное оборудование ветровых энергоустановок.</p> <p>Содержание темы: Физические основы процесса преобразования энергии в ветроэнергоустановках. Виды ВЭУ и область их применения. Конструктивные особенности и характеристики ВЭУ с горизонтальной осью вращения. Конструктивные особенности и основные характеристики ВЭУ с вертикальной осью вращения. Основные узловые части крыльчатой ВЭУ. Конструкции редуктора и генератора, их энергетические характеристики.</p>  |
| 5 | <p>Тема 11. Основное оборудование для биоэнергетических установок. Топливные элементы.</p> <p>Содержание темы: Классификация БиоЭУ по типу энергетических процессов, связанных с переработкой биомассы. Основные элементы технологического процесса, их энергетические характеристики и методы их расчета. Виды биореакторов и их конструктивные особенности. Стадии переработки биомассы в биореакторах. Устройство и принцип действия топливного элемента. Реформинг. Виды топливных элементов их технические характеристики.</p> |

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п                           | Темы практических занятий | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено |                           |                            |                     |                                       |                      |
| Всего                           |                           |                            |                     |                                       |                      |

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п     | Наименование лабораторных работ   | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|---|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 8 |   |                     |                                       |                      |
| 1         | Изучение работы системы осевая турбина-генератор                                      | 4                   | 4                                     | 1                    |
| 2         | Изучение работы фотоэлектрической установки   | 4                   | 4                                     | 2                    |
| 3         | Изучение работы ветроэнергетической системы на базе асинхронного двигателя.           | 3                   | 3                                     | 3                    |
| 4         | Методика расчета валового, технического и экономического потенциала ветровой энергии. | 2                   | 2                                     | 4                    |
| 5         | Расчет мощности свободно-поточных гидроагрегатов.                                     | 4                   | 4                                     | 5                    |
| Всего     |   | 17                  | 17                                    |                      |



4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы                        | Всего,<br>час | Семестр 8,<br>час |
|---|---------------|-------------------|
| 1   | 2             | 3                 |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 12            | 12                |
| Курсовое проектирование (КП, КР)                  |               |                   |
| Расчетно-графические задания (РГЗ)                | 10            | 10                |
| Выполнение реферата (Р)                           | 10            | 10                |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 10            | 10                |
| Домашнее задание (ДЗ)                             | 12            | 12                |
| Контрольные работы заочников (КРЗ)                | 10            | 10                |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)        | 10            | 10                |
| Всего:  | 74            | 74                |

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр/<br>URL адрес | Библиографическая ссылка  | Количество экземпляров в библиотеке<br>(кроме электронных экземпляров) |
|--------------------|---|--|
| 621.31<br>Х22      | Харченко, Николай Васильевич.<br>Индивидуальные солнечные установки [Текст] / Н. В. Харченко. - М. : Энергоатомиздат, 1991. - 208 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 206 - 207 (44 назв.). - ISBN 5-283-00110-5 : 1.20 р.   | 15   |
| 621.38<br>Б18      | Байерс, Т.<br>20 конструкций с солнечными элементами [Текст] = 20 selected solar projects making photovoltaics work for you / Т. Байерс ; пер. с англ. С. В. Сидоров ; ред. М. М. Колтун. - М. : Мир, 1988. - 197 с. : табл., рис., фото. - ISBN 5-03-000407(русск.). - ISBN 0-13-934779-8(англ.) : 0.60 р. | 10   |
| 620.9<br>Г70       | Р.В. Городов с соавт. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, 1-ое изд./Томск: Изд. Томского   | 25   |

|               |  |    |
|---------------|--|----|
|               | Политехнического университета, 2009<br>г.  |    |
| 651.33<br>Б18 | Энергетическое оборудование для использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии / Под ред. В.И. Виссарионова. – М., 2004.-448 С. 32 | 23 |
| 694.24<br>Б14 | Алхасов А.Б. Геотермальная энергетика.- М.: Физматлит, 2008. – 376 С.  | 26 |

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес   | Наименование                   |
|---|--------------------------------|
| <a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>                    | Научная электронная библиотека |
| <a href="http://lib.aanet.ru/jirbis2/">http://lib.aanet.ru/jirbis2/</a> | Библиотека ГУАП                |

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|---|-------------------------------------|
| 1     | Лекционная аудитория                                      | 21-18                               |
| 2     | Мультимедийная лекционная аудитория                       | 21-21                               |

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств |
|------------------------------|----------------------------|
| Зачет                        | Список вопросов к зачету.  |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции<br>5-балльная шкала | Характеристика сформированных компетенций   |
|--|---|
| «отлично»<br>«зачтено»                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul> |
| «хорошо»<br>«зачтено»                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и, по существу, излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>  |
| «удовлетворительно»<br>«зачтено»       | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу, излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>                |
| «неудовлетворительно»<br>«не зачтено»  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>   |

## 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена | Код |
|-------|--|-----|
|-------|--|-----|

|  |                                 |            |
|--|---------------------------------|------------|
|  |                                 | индикатора |
|  | Учебным планом не предусмотрено |            |

Вопросы для зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для зачета

| № п/п | Перечень вопросов для зачета   | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
|       | <p>1. Классификация возобновляемых источников энергии. Модель потребности общества в энергии. Потенциал ВИЭ, эффективность использования различных их видов. Сравнение характеристик ВИЭ и НИЭ.</p> <p>2. Научные принципы использования ВИЭ: анализ, временные характеристики, качество, комплексный подход к планированию энергетики. Технические, социально-экономические и экологические проблемы использования ВИЭ.</p> <p>3. Солнечное излучение и его характеристики. Области солнечного спектра. Прямые лучи и рассеянное излучение. Облученность. Парниковый эффект. Приборы для измерения лучистых потоков.</p> <p>4. Нагревание воды солнечным излучением. Типы солнечных нагревателей. Открытые нагреватели. Черные резервуары. Проточные нагреватели. Селективные поверхности. Вакууммированные приемники.</p> <p>5. Подогреватели воздуха, использующие солнечную энергию. Сушильные камеры. Солнечные отопительные системы (пассивные и активные). Солнечные пруды.</p> | ПК-3.Д.1       |
|       | <p>6. Солнечная энергия для охлаждения воздуха. Абсорбционные холодильные установки. Коэффициент теплоиспользования. Опреснение воды.</p> <p>7. Концентраторы солнечной энергии. Параболический вогнутый концентратор. Солнечные системы для получения электроэнергии. Рассредоточенные коллекторы солнечных башни.</p> <p>8. Фотоэлектрическая генерация. Фотоэлементы и их характеристики. «Электронный газ». Работа выхода электронов. Проводники и полупроводники. Вольтамперные характеристики и теоретический КПД кремниевой батареи.</p> <p>9. Техничко-экономические проблемы создания СЭС различных типов: НГТЭ, НФЭ, ОРГЭ, КФЭ. Их сравнение с ТЭС. Экологические последствия создания СЭС.</p> <p>10. Ветроэнергетика. Ветер и его характеристики. Сила ветра. Определение средней скорости ветра. Классификация ветроустановок. Ветроэнергетический кадастр.</p>   | ПК-3.Д.2       |
|       | <p>11. Основы теории ВЭУ. Три закона аэродинамики. Располагаемая мощность ветроколеса. Коэффициент мощности. Коэффициент торможения потока. Нагрузка на ветроколесо. Лобовое давление. Коэффициент лобового давления. Крутящий момент. Коэффициент крутящего</p>   | ПК-3.Д.3       |

|  |  |          |
|--|--|----------|
|  | <p>момента.</p> <p>12. Режимы работы ветроколеса. Классификация ВЭУ. Техничко-экономическое обоснование параметров ВЭС. Экологические проблемы ветроэнергетики.</p> <p>13. Гидроэнергетика. Малые ГЭС.</p> <p>14. Основные принципы использования энергии воды. Мощность водяного потока. Оборудование ГЭС. Активные и реактивные гидротурбины. Кавитация. Коэффициент быстроходности.</p> <p>15. Гидравлический таран. Экология гидроэнергетики. Экология малых ГЭС. ГАЭС.</p>  |          |
|  | <p>16. Энергия волн. Характеристики волнового движения. Амплитуда. Мощность волнового движения. Скорость перемещения волны.</p> <p>17. Устройства для преобразования энергии волн. Утка Солтера. Колеблющийся водяной столб. Экология.</p> <p>18. Энергия приливов. Периоды колебаний уровня воды. Причины возникновения приливов. Лунные и солнечные приливы. Техничко-экономические и экологические проблемы ПЭС.</p> <p>19. Преобразование тепловой энергии океана. ОТЭС замкнутого цикла. Мощность ОТЭС. Экологические и техникоэкономические проблемы ОТЭС. Выбор рабочих тел.</p> <p>20. ОТЭС открытого цикла. Комбинированная выработка электроэнергии и пресной воды. Технические трудности создания ОТЭС открытого цикла. Арктические ОТЭС. Определение мощности. Экологические проблемы.</p> | ПК-3.Д.4 |
|  | <p>21. Фотосинтез и его эффективность. Световые и темновые реакции. Биомасса. Биотопливо. Система планетарного кругооборота биомассы.</p> <p>22. Классификация биотоплива и его энергетические характеристики. Влагосодержание, плотность, теплота сгорания. Основные процессы переработки биомассы: термохимические, Биохимические, агрохимические.</p> <p>23. Производство биомассы для энергетических целей. Энергетические фермы. Кругооборот энергии и вещества. Потенциал биотоплива в Калининградской области.</p> <p>24. Техничко-экономические и экологические показатели процессов переработки биомассы. Сжигание. Пиролиз. Газификация. Спиртовая ферментация. Анаэробное сбраживание. Биогазогенераторы.</p>   | ПК-5.Д.1 |

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

| № п/п | Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы |
|-------|--|
|       | Учебным планом не предусмотрено  |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
|       | Не предусмотрено                       |                |

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
|       | Не предусмотрено           |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

#### 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

Структура предоставления лекционного материала:

1.1. Традиционные и нетрадиционные источники энергии

1.2. Запасы и ресурсы источников энергии.

- 2.1. Проблемы использования традиционных источников энергии
- 2.2. Проблемы использования нетрадиционных источников энергии
- 2.3. Место нетрадиционных источников энергии в удовлетворении энергетических потребностей человека
- 3.1. Энергетические характеристики солнечного излучения
- 3.2. Физические основы процесса преобразования энергии солнечного излучения в тепло
- 3.3. Солнечные коллекторы. Типы, принципы действия и методы расчета
- 4.1. Тепловые солнечные электростанции
- 4.2. Фотоэлектрическое преобразование энергии солнечного излучения
- 4.3. Концентраторы и системы слежения
- 5.1. Устройство электростанций
- 5.2. Расчет системных ветроэлектростанций
- 5.3. Расчет автономных ветроэлектростанций
- 5.4. Методы массовых расчетов автономных ветроэлектростанций

## 11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач у обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

1.1. Лабораторное занятие - одна из основных форм организации учебного процесса, направленная на творческое усвоение теоретических основ учебной дисциплины и получение практических навыков исследования путем постановки, проведения, обработки и представления результатов эксперимента на основе практического использования различных средств (наблюдения, измерения, контроля, вычислительной техники), приобретения навыков опыта творческой деятельности. Лабораторная работа - конкретное учебное задание по изучаемой дисциплине, выполняемое на лабораторном занятии.

1.2. Цель лабораторного занятия - практическое освоение студентами содержания и методологии изучаемой дисциплины при использовании специальных средств.

1.3. Основными задачами лабораторных занятий являются: - приобретение опыта решения учебно-исследовательских и реальных практических задач на основе изученного теоретического материала; - приобретение опыта проведения эксперимента; - овладение новыми методиками экспериментирования в соответствующей отрасли науки, техники и технологии; - приобретение умений и навыков эксплуатации технических средств и оборудования; - формирование умений обработки результатов проведенных исследований; - анализ и обсуждение полученных результатов и формулирование выводов; - выработка способности логического осмысления самостоятельно полученных знаний; - обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

1.4. Основными функциями лабораторных занятий являются:

- познавательная;
- развивающая;

2.1. Лабораторные занятия проводятся после чтения лекций, дающих теоретические основы для их выполнения. Допускается выполнение лабораторных занятий до прочтения лекций с целью облегчения изучения теоретического материала при наличии описаний работ, включающих необходимые теоретические сведения или ссылки на конкретные учебные издания, содержащие эти сведения.

2.2. Основанием для проведения лабораторных занятий по дисциплине являются: - программа учебной дисциплины; - расписание учебных занятий.

2.3. Условия проведения и материальное обеспечение лабораторных занятий.

2.3.1. Лабораторные занятия должны проводиться в специализированных лабораториях, соответствующих санитарно-гигиеническим нормам, требованиям безопасности и технической эстетике.

2.3.2. Количество оборудованных лабораторных мест должно быть необходимым для достижения поставленных целей обучения и достаточным для обеспечения обучаемым условий комфортности.

2.3.3. Во время лабораторных занятий должны соблюдаться порядок и дисциплина в соответствии с правилами пользования данной лаборатории.

2.3.4. Материальное обеспечение должно соответствовать современному уровню

2.4. Требования к методическому обеспечению лабораторных занятий. Лабораторные занятия должны быть обеспечены в достаточном объеме необходимыми методическими материалами, включающими в себя комплект методических указаний к циклу лабораторных работ по данной дисциплине. Методические указания к лабораторной работе служат руководством для преподавателей и студентов.

2.5. Полномочия и ответственность профессорско-преподавательского состава кафедры университета, по дисциплинам которой организуется лабораторное занятие:

2.5.1. Заведующий кафедрой несет ответственность за надлежащее функционирование лаборатории и кадровое обеспечение лабораторных занятий.

2.5.2. Преподаватель, которому поручено проведение цикла лабораторных занятий, несет ответственность за своевременную подачу заявок на материальное и кадровое обеспечение занятий, а также за организацию указанных занятий в соответствии с требованиями действующих нормативных документов, относящихся к содержанию занятий и методике их проведения.

2.5.3. Преподаватель имеет право определять содержание лабораторных работ, выбирать методы и средства проведения лабораторных исследований, наиболее полно отвечающие их особенностям и обеспечивающие высокое качество учебного процесса.

2.5.4. Преподаватель формирует рубежные и итоговые результаты (рейтинги) студента по результатам выполнения лабораторных работ.

2.6. Права, ответственность и обязанности студента.

2.6.1. На лабораторном занятии студент имеет право задавать преподавателю и (или) лаборанту вопросы по содержанию и методике выполнения работы и требовать ответа по существу обращения. Ответ преподавателя должен обеспечивать выполнение студентом работы в течение занятия в полном объеме и с надлежащим качеством, оговоренным в методических указаниях по проведению лабораторных работ. 2

2.6.2. Студент имеет право на выполнение лабораторной работы по оригинальной методике с согласия преподавателя и под его надзором - при безусловном соблюдении требований безопасности.

2.6.3. Студент имеет право выполнить лабораторную работу, пропущенную по уважительной причине, в часы, согласованные с преподавателем.



2.6.4. Студент обязан прибыть на лабораторное занятие во время, установленное расписанием, и с необходимой предварительной подготовкой. К выполнению лабораторной работы допускаются студенты, подтвердившие готовность в объеме требований, содержащихся в методических указаниях к лабораторной работе и (или) в устных предварительных указаниях преподавателя.

2.6.5. В ходе лабораторных занятий студенты ведут необходимые записи, составляют (по требованию преподавателя) итоговый письменный отчет. На первом занятии цикла лабораторных работ преподаватель должен дать конкретные указания по составлению и оформлению отчетов с целью обеспечения единообразия. В зависимости от особенностей цикла лабораторных занятий отчет составляется каждым студентом индивидуально, либо общий отчет - подгруппой из 2-3 студентов. По окончании лабораторной работы студенты обязаны представить отчет преподавателю для проверки с последующей защитой. По согласованию с преподавателем допускается представление к защите отчета о лабораторной работе во время следующего лабораторного занятия или в индивидуальные сроки, оговоренные с преподавателем. Допускается по согласованию с преподавателем представлять отчет о лабораторной работе в электронном виде.

2.6.6. В конце лабораторного занятия преподаватель оценивает работу студента путем проверки отчета и (или) его защиты (собеседования).

2.6.7. Студент несет ответственность: - за пропуск лабораторного занятия по неуважительной причине; - неподготовленность к лабораторной работе; - несвоевременную сдачу отчетов о лабораторной работе и их защиту; - порчу имущества и нанесение материального ущерба лаборатории.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Какая должна быть информация в отчете о лабораторной работе:  
данные о работе (тема, дисциплина), ФИО автора и преподавателя;  
цели и задачи;

- объект и предмет исследования;
- условные обозначения и термины;
- теоретические вводные данные;
- наличие технического оснащения;
- выбранные методы проведения эксперимента;
- полученные в процессе исследования результаты;
- анализ результатов эксперимента;
- заключение и выводы.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет (или протокол) по лабораторной работе обычно оформляется один на бригаду (2-4 студента), однако в нем приводятся варианты заданий и ход выполнения для всех исполнителей, если для каждого студента предусмотрен свой вариант. Отчет по лабораторной работе должен соответствовать основным требованиям ГОСТа, предъявляемым к технической документации.

Отчет допускается оформлять только на листах белой бумаги формата А4 (210x295 мм). Текст и рисунки размещаются с одной стороны листа, другая остается свободной. Поля должны быть не менее 25 мм слева и 15 мм справа, сверху и снизу. Рамка не является обязательной. Листы, начиная со второго, должны быть пронумерованы в правом верхнем углу. Листы скрепляются 2-3 скобками с левой стороны. Перегибать и складывать листы не допускается.

Первым оформляется титульный лист общего вида. На следующей странице формулируются цель работы, общее задание и приводятся данные конкретного варианта. Далее описывается ход работы, приводятся (если требуется) формулы, расчетные соотношения, алгоритмы, тексты программ и результаты расчетов (экспериментов) в виде

таблиц, схем, рисунков и графиков. В соответствии с ожидаемыми и полученными результатами делаются выводы об успешном (неуспешном) выполнении задания, производится анализ допущенных ошибок и предлагаются варианты их устранения, а также предлагаются способы получения наиболее оптимальных результатов.\* Выводы должны быть написаны самостоятельно, а не дублировать заключение из методического пособия по лабораторным работам.

Описание выполняемых действий производится в безличной форме в настоящем времени, например: «В соответствии с алгоритмом составляется программа...» Неверно будет записать: «В соответствии с алгоритмом составляем (мы составляем, составили) программу...» Следует также избегать употребления просторечных слов и выражений.

Нумерация пунктов, таблиц, схем, рисунков и графиков сквозная. Не допускается размещать заголовок на одной странице, а следующий за ним текст - на другой.

На графиках следует указывать масштаб, а также подписывать величины для всех осей, а если возможно – то и размерности. Совмещать на одном графике несколько зависимостей допускается в случае, если эти зависимости имеют общий аргумент в близких пределах и по значениям отличаются не слишком сильно (в разы, максимум – на порядок). Если график содержит несколько кривых, следует сопровождать поясняющими подписями каждую кривую. Масштаб, пределы осей и размер графиков следует выбирать таким образом, чтобы был ясно виден характер изображенных зависимостей, изменение параметров, и чтобы график содержал минимум неинформативных областей, в которых отсутствуют кривые, либо параметры не изменяются.

Отчет сдается в виде твердой копии (распечатанный), в электронном виде не принимается. Компьютерное оформление является более предпочтительным, однако допускается частично или полностью аккуратно оформлять отчет от руки. Небрежно оформленные или неразборчиво написанные отчеты будут отправляться на переделку.

\*При выполнении лабораторных работ по информатике записывать выводы не требуется.

### 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Объем курсовой работы может достигать 10-20 страниц; время, отводимое на ее написание – от 1-2 месяцев до семестра. В зависимости от объема времени, отводимого на выполнение задания, курсовая работа может иметь различную творческую направленность. При написании курсовой работы студент должен полностью раскрыть выбранную тему, соблюсти логику изложения материала, показать умение делать обобщения и выводы. Курсовая работа должна состоять из введения, основной части, заключения и списка использованной литературы. Во введении автор кратко обосновывает актуальность темы, структуру работы и даёт обзор использованной литературы. В основной части раскрывается сущность выбранной темы; основная часть может состоять из двух или более глав (разделов); в конце каждого раздела делаются краткие выводы. В заключении подводятся итоги выполненной работы и делаются общие выводы. В списке использованной литературы указываются все публикации, которыми пользовался автор. При оценке уровня выполнения курсовой работы, в соответствии с поставленными целями для данного вида учебной деятельности могут контролироваться следующие умения, навыки и компетенции: умение работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой; умение собирать и систематизировать практический материал; умение самостоятельно осмысливать проблему на основе

существующих методик; умение логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы; умение соблюдать форму научного исследования; умение пользоваться глобальными информационными ресурсами; владение современными средствами телекоммуникаций; способность и готовность к использованию основных прикладных программных средств; умение обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса; способность создать содержательную презентацию выполненной работы.

Основные требования к оформлению комплекта тестовых заданий Комплект тестовых заданий (далее - КТЗ) должен быть представлен в виде текстового документа (Microsoft Word). Все тестовые задания должны соответствовать и быть разделены по контролируемым разделам (модулям) дисциплины. Выделяют следующие основные типы тестовых заданий (ТЗ): выбор одного варианта ответа из предложенного множества, выбор нескольких верных вариантов ответа из предложенного множества, задания на установление соответствия, задание на установление правильной последовательности, задание на заполнение пропущенного ключевого слова, графическая форма тестового задания и др. При составлении КТЗ желательно использовать все типы тестовых заданий.

#### ПРИМЕРЫ ОФОРМЛЕНИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ:

- Выбор одного варианта ответа из предложенного множества Инструкция студенту:  
Выберите один правильный вариант
- Пример оформления ТЗ:
- Столицей Российской Федерации является:
- Санкт-Петербург
- Минск;
- Москва;
- Киев.

Примечание: Правильный вариант ответа выделяется полужирным шрифтом. Количество вариантов ответа должно быть не менее 4 и не более 8.

#### 11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. Список вопросов (таблица 16) к промежуточной аттестации утверждается кафедрой и выдается студентам для ознакомления. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

## Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений.<br>Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |
|   |                                   |                                      |                       |