

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**имени Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

---

Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической физики  
имени академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЯЭиТФ  
\_\_\_\_\_ А.Е. Хробостов  
«15» июня 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.18 «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии»**  
**для подготовки бакалавров**

Направление подготовки: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»  
(код и наименование направления подготовки)

Направленность: Тепловые электрические станции  
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная  
(очная,очно-заочная,заочная)

Год начала подготовки: 2021

Выпускающая кафедра: АТС  
(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: АТС  
(аббревиатура кафедры)

Объем дисциплины: 108/3  
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: Зачет  
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Разработчик(и): Солнцев Д.Н., к.т.н.  
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», утвержденным приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 № 143 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ (протокол от «15» июня 2021 г. № 7).

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Атомные и тепловые станции» (протокол от «02» июня 2021 г. № 4).

Зам. заведующего кафедрой «Атомные  
и тепловые станции», доцент

\_\_\_\_\_ А.Н. Терёхин  
(подпись)

Рабочая программа рекомендована советом ИЯЭиТФ к утверждению (протокол от «10»  
июня 2021 г. № 3).

Председатель совета ИЯЭиТФ,  
директор ИЯЭиТФ, к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ А.Е. Хробостов  
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 13.03.01-т-22  
Начальник методического отдела УМУ

\_\_\_\_\_ (подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_ Н.И. Кабанина  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| 1. Цель и задачи освоения дисциплины.....  | 4  |
| 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....   | 4  |
| 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.....                                     | 4  |
| 4. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....                     | 6  |
| 5. Структура и содержание дисциплины.....  | 10 |
| 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....   | 15 |
| 7. Информационное обеспечение дисциплины.....  | 17 |
| 8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....  | 18 |
| 9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине..... | 18 |
| 10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....  | 20 |
| 11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....   | 21 |
| 13. Лист актуализации рабочей программы дисциплины.....  | 22 |

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Целью освоения дисциплины является** овладение профессиональными знаниями в области использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины:**

- 1) изучение перспектив развития нетрадиционных и возобновляемых источников энергии;
- 2) изучение нетрадиционных источников энергии, их энергетический потенциал, принципы и методы практического использования.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» включена в перечень базовой части дисциплин и направлена на углубление уровня освоения компетенции ОПК-2. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ОП ВО и УП.

Особенностью дисциплины является то, что большая часть ее общей трудоемкости выделено на самостоятельную работу студентов.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья РПД разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **3.1. Этапы формирования компетенций**

В результате освоения дисциплины «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» у обучающегося частично формируется компетенция ОПК-2, полное формирование которой последовательно осуществляется при изучении других дисциплин (таблица 1).

**Таблица 1 - Формирование компетенции ОПК-2**

| Код компетенции | Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно      | Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------|--|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                 |  | 1 сем.  | 2 сем. | 3 сем. | 4 сем. | 5 сем. | 6 сем. | 7 сем. | 8 сем. |
| ОПК-2           | Химия  | ●   |        |        |        |        |        |        |        |
|                 | Начертательная геометрия и инженерная графика                  | ●   | ●      |        |        |        |        |        |        |
|                 | Математический анализ  | ●   | ●      |        |        |        |        |        |        |
|                 | Аналитическая геометрия. Линейная алгебра                      | ●   |        |        |        |        |        |        |        |
|                 | Обыкновенные дифференциальные уравнения                        |   | ●      |        |        |        |        |        |        |
|                 | Теория функций комплексного переменного                        |   |        | ●      |        |        |        |        |        |
|                 | Теория вероятностей и математическая статистика                |   |        |        | ●      |        |        |        |        |
|                 | Физика   |   | ●      | ●      | ●      |        |        |        |        |
|                 | Компьютерная графика   |   |        | ●      |        |        |        |        |        |
|                 | Прикладная физика  |   |        |        |        |        |        |        |        |
|                 | Теоретическая механика   |   |        | ●      | ●      |        |        |        |        |
|                 | Механика жидкости и газа                                       |   |        | ●      | ●      |        |        |        |        |
|                 | Техническая термодинамика                                      |   |        |        | ●      |        |        |        |        |
|                 | Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии              |   |        |        | ●      |        |        |        |        |
|                 | Физика специальная (атомная)                                   |   |        |        |        | ●      |        |        |        |
|                 | Математические методы моделирования физических процессов в НИР |   |        |        |        | ●      | ●      |        |        |
|                 | Электротехника и электроника                                   |   |        |        |        | ●      | ●      |        |        |
|                 | Тепломассообмен в энергетических установках                    |   |        |        |        | ●      | ●      |        |        |
|                 | Ядерная физика   |   |        |        |        |        | ●      |        |        |
|                 | Физика ядерных реакторов                                       |   |        |        |        |        |        | ●      |        |
|                 | Экспериментальные методы исследования                          |   |        |        |        |        |        |        | ●      |
|                 | Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР                     |   |        |        |        |        |        |        | ●      |

### **3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП**

Общепрофессиональная компетенция ОПК-2 формируются с приобретением знаний, умений и навыков, сформулированных в дескрипторах достижения этой компетенции и с которыми обучающийся готов выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения той же компетенции (таблица 2).

**Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения**

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Планируемые результаты обучения по дисциплине  |  |  | Оценочные средства  |                               |
|---|---|--|--|--|---|-------------------------------|
|   |   | Текущего контроля  | Промежуточной аттестации   |  |   |                               |
| <i>ОПК-2</i><br>Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач | <i>ИОПК-2.2</i><br>Использует методы анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач. | Знать: энергетический потенциал основных нетрадиционных источников энергии, их принципы и методы практического использования | Уметь: рассчитывать параметры объектов с нетрадиционными источниками энергии | Владеть: проблематикой применения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в объеме, достаточном для практического участия в их освоении | Планы семинаров по темам курса с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критериям 1-4) | Перечень контрольных вопросов |

## **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (з.е.) или 108 академических часов, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 55 часов, самостоятельная работа обучающихся - 53 часа (таблица 3).

**Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ**

| Вид учебной работы  | Трудоемкость, ч/з.е.                             |                          |
|---|--|--------------------------|
|   | Всего  | в том числе в 4 семестре |
| Формат изучения дисциплины  | с использованием элементов электронного обучения |                          |
| Общая трудоемкость, ч/з.е.  | <b>108</b>                                       | <b>108</b>               |
| 1. Контактная работа:   | <b>55</b>  | <b>55</b>                |
| 1.1. Аудиторная работа, в том числе:  | <b>51</b>  | <b>51</b>                |
| Занятия лекционного типа (Л)  | 34   | 34                       |
| Практические занятия (ПЗ)   | 17   | 17                       |
| 1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:   | <b>4</b>   | <b>4</b>                 |
| Консультации по дисциплине  | 4  | 4                        |
| 2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:   | <b>53</b>  | <b>53</b>                |
| Самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов), составление конспекта рекомендованной литературы | 35   | 35                       |
| Подготовка к зачету   | 18   | 18                       |

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тематический план освоения дисциплины по видам учебной деятельности приведен в таблице 4. Здесь указано структурное распределение объемов (в часах) разделов и тем дисциплины по видам учебной работы, аудиторных и внеаудиторных занятий, самостоятельной работы студента и периодического (текущего) контроля.

**Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам**

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций | Наименование разделов и тем  | Виды учебной работы, ч |                      |                            |                                  | Вид СРС                         | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах) | Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах) |
|--|--|------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---|--|---|
|  |  | Лекции                 | Практические занятия | Консультации по дисциплине | Самостоятельная работа студентов |                                 |   |  |   |
| ОПК-2:<br>ИОПК-2.2   | <i>Раздел 1. Состояние и перспективы развития НВИЭ</i>   |                        |                      |                            |                                  |                                 |   |  |   |
|  | Тема 1.1 Предмет дисциплины и его задачи. Основные понятия и определения. Запасы и ресурсы источников энергии. Место нетрадиционных и возобновляемых энергоисточников в удовлетворении энергетических потребностей.  | 2                      | -                    | -                          | 2                                | п. 2 табл. 10 РПД, стр. 2 - 4   | Семинар - диалог  | -  | -   |
|  | Тема 1.2 Состояние и перспективы развития НВИЭ. Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Вредное воздействие традиционной энергетики на окружающую природную среду, экологические вопросы. Запасы и динамика потребления энергоресурсов, политика РФ в области нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Основные объекты нетрадиционной энергетики РФ.  | 2                      | -                    | -                          | 2                                | п. 2 табл. 10 РПД, стр. 4 - 5   | Семинар - диалог  | -  | -   |
|  | <i>Раздел 2. Солнечная энергетика</i>  |                        |                      |                            |                                  |                                 |   |  |   |
|  | Тема 2.1 Преобразование солнечной энергии в электрическую. Интенсивность солнечного излучения. Мировой опыт солнечной энергетики. Распределение интенсивности солнечной энергии по планете и регионам РФ, стабильность солнечного излучения. Солнечная постоянная, баланс лучистой энергии на поверхности Земли. Фотоэлектрические свойства p-n перехода. Вольтамперная характеристика солнечного элемента. Конструкции и материалы солнечных элементов. | 3                      | 2                    | 0,5                        | 3                                | п. 2 табл. 10 РПД, стр. 5 - 11  | Семинар - диалог  | -  | -   |
|  | Тема 2.2 Системы солнечного теплоснабжения. Классификация и основные элементы гелиосистем. Фотоэлектрические преобразователи, солнечные батареи, концентрирующие гелиоприемники, солнечные коллекторы,   | 3                      | 2                    | 0,5                        | 3                                | п. 2 табл. 10 РПД, стр. 11 - 17 | Семинар - диалог  | -  | -   |

|   |  |   |   |     |   |                                 |                  |   |
|---|--|---|---|-----|---|---------------------------------|------------------|---|
|   | солнечные абсорбера, солнечное теплоснабжение, солнечные теплоаккумуляторы.  |   |   |     |   |                                 |                  |   |
|   | Тема 2.3 Тепловое аккумулирование энергии. Энергетический баланс теплового аккумулятора. Классификация аккумуляторов тепла. Системы аккумулирования. Тепловое аккумулирование для солнечного обогрева и охлаждения помещений.  | 2 | 1 | -   | 2 | п. 2 табл. 10 РПД, стр. 18 - 25 | Семинар - диалог | - |
| <i>Раздел 3. Ветроэнергетика</i>  |  |   |   |     |   |                                 |                  |   |
|   | Тема 3.1 Энергия ветра и возможности ее использования. Происхождение ветра, ветровые зоны РФ, ресурсы ветровой энергии в регионах. Мировой опыт ветроэнергетики. Классификация ветродвигателей по принципу работы, конструкции, режимы работы. Зависимость мощности ВЭС от скорости ветра и диаметра ветроколеса. Работа поверхности при действии на нее силы ветра. Работа ветрового колеса крыльчатого ветродвигателя.                 | 3 | 2 | 0,5 | 3 | п. 2 табл. 10 РПД, стр. 26 - 32 | Семинар - диалог | - |
|   | Тема 3.2 Теория идеального и реального ветряка. Понятие идеального ветряка. Классическая теория идеального ветряка. Работа элементарных лопастей ветроколеса. Момент и мощность всего ветряка. Потери ветряных двигателей.   | 2 | 1 | -   | 2 | п. 2 табл. 10 РПД, стр. 33      | Семинар - диалог | - |
| <i>Раздел 4. Тепловой режим земной коры. Источники геотермального тепла</i> |  |   |   |     |   |                                 |                  |   |
|   | Тема 4.1 Тепловой режим земной коры. Геотермальные ресурсы, мировой опыт освоения, геотермальные ресурсы РФ. Подземные термальные воды (гидротермы). Запасы и распространение термальных вод.  | 3 | 2 | 0,5 | 3 | п. 2 табл. 10 РПД, стр. 34 - 41 | Семинар - диалог | - |
|   | Тема 4.2 Использование геотермальной энергии для выработки тепловой и электрической энергии. Прямое использование геотермальной энергии. Одноконтурные и двухконтурные ГеоТЭС. Геотермальные электростанции с бинарным циклом. Очистка геотермальных вод от вредных солей и газов. Теплоснабжение высокотемпературной сильно минерализованной термальной водой. Теплоснабжение низкотемпературной маломинерализованной термальной водой. | 3 | 2 | 0,5 | 3 | п. 2 табл. 10 РПД, стр. 42 - 52 | Семинар - диалог | - |
| <i>Раздел 5. Энергетические ресурсы морей и океанов</i>                     |  |   |   |     |   |                                 |                  |   |
|   | Тема 5.1 Использование энергии приливов и морских течений. Основы преобразования энергии волн. Преобразователи энергии волн: отслеживающие профиль волны, использующие энергию колеблющегося водяного столба, подводные устройства. Роль гидравлических и гидроаккумулирующих электростанций в энергосистемах. Общие сведения об использовании энергии приливов. Гидротехнические сооружения, бетонные и грунтовые                       | 3 | 1 | -   | 3 | п. 2 табл. 10 РПД, стр. 53 - 68 | Семинар - диалог | - |

|  |  |    |    |     |    |                                 |                  |   |
|--|--|----|----|-----|----|---------------------------------|------------------|---|
|  | плотины. Типы ГЭС и гидротурбин. Гидроаккумулирующие установки, обратимые гидроагрегаты. Мощность приливных течений и приливного подъема воды. Использование энергии океанских течений. Общая характеристика технических решений и эксплуатация гидроэнергетического оборудования. Нагрузки ГЭС на природную среду, экологию.  |    |    |     |    |                                 |                  |   |
|  | Тема 5.2 Преобразование тепловой энергии океана. Ресурсы тепловой энергии океана. Схема ОТЭС, работающей по замкнутому циклу. Схема ОТЭС, работающей по открытому циклу. Использование перепада температур океан-атмосфера. Прямое преобразование тепловой энергии.  | 2  | 2  | 0,5 | 3  | п. 2 табл. 10 РПД, стр. 69 - 76 | Семинар - диалог | - |
| <i>Раздел 6. Использование биотоплива для энергетических целей</i> |  |    |    |     |    |                                 |                  |   |
|  | Тема 6.1 Использование биотоплива для энергетических целей. Производство биомассы для энергетических целей. Фотосинтез как естественный аккумулятор солнечной энергии. Топливная древесина, полевые культуры, отходы лесоперерабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности как энергоносители. Пиролиз (сухая перегонка). Термохимические процессы. Спиртовая ферmentation (метановое брожение), использование биогаза очистных сооружений и городских свалок. | 3  | 1  | 0,5 | 3  | п. 2 табл. 10 РПД, стр. 77 - 83 | Семинар - диалог | - |
| <i>Раздел 7. Экологические проблемы использования НВИЭ</i>         |  |    |    |     |    |                                 |                  |   |
|  | Тема 7.1 Экологические проблемы использования НВИЭ. Проблема взаимодействия энергетики и экологии. Экологические последствия развития солнечной энергетики. Влияние ветроэнергетики на природную среду. Возможные экологические проявления геотермальной энергетики. Экологические последствия использования энергии океана. Экологическая характеристика использования биоэнергетических установок.   | 3  | 1  | 0,5 | 3  | п. 2 табл. 10 РПД, стр. 84 - 92 | Семинар - диалог | - |
| ИТОГО:   |  | 34 | 17 | 4   | 35 |                                 |                  |   |

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Типовые контрольные вопросы и задания, необходимые для оценки знаний, умений и навыков или опыта деятельности

**Таблица 5 – Перечни контрольных вопросов и заданий по темам занятий для проведения текущего контроля успеваемости**

| Номер темы   |                      | Перечни контрольных вопросов и заданий   |
|--------------|----------------------|--|
| цикла лекций | практических занятий |  |
| 1.1          | 1.1.1                | 1. Предмет дисциплины и его задачи.<br>2. Основные понятия и определения.<br>3. Запасы и ресурсы источников энергии.<br>4. Место нетрадиционных и возобновляемых энергоисточников в удовлетворении энергетических потребностей.  |
| 1.2          | 1.2.1                | 1. Состояние и перспективы развития НВИЭ.<br>2. Традиционные и нетрадиционные источники энергии.<br>3. Вредное воздействие традиционной энергетики на окружающую природную среду, экологические вопросы.<br>4. Запасы и динамика потребления энергоресурсов, политика РФ в области нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.<br>5. Основные объекты нетрадиционной энергетики РФ.  |
| 2.1          | 2.1.1                | 1. Преобразование солнечной энергии в электрическую.<br>2. Интенсивность солнечного излучения.<br>3. Мировой опыт солнечной энергетики.<br>4. Распределение интенсивности солнечной энергии по планете и регионам РФ, стабильность солнечного излучения.<br>5. Конструкции и материалы солнечных элементов.  |
| 2.2          | 2.2.1                | 1. Системы солнечного теплоснабжения.<br>2. Классификация и основные элементы гелиосистем.<br>3. Фотоэлектрические преобразователи, солнечные батареи, концентрирующие гелио-приемники, солнечные коллекторы, солнечные абсорбера, солнечное теплоснабжение, солнечные теплоаккумуляторы.  |
|              |                      | <u><b>Задача 1</b></u><br>Имеется плоский пластинчатый нагреватель с размерами $2 \times 0,8 \text{ м}^2$ . Сопротивление теплопотерям составляет $R_p = 0,13 \text{ м}^2\text{К}/\text{Вт}$ ; температура приемной поверхности коллектора $T_p$ увеличивается на $20^\circ\text{C}$ ; температура окружающего воздуха $T_{o.c.} = 22^\circ\text{C}$ ; коэффициент пропускания солнечного излучения прозрачным покрытием $\tau_{pov} = 0,9$ для одинарного стеклянного покрытия; коэффициент поглощения приемной поверхностью коллектора солнечного излучения $\alpha = 0,9$ для одинарного стеклянного покрытия, облученность поверхности солнечного коллектора $I = 750 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ; начальная температура воды $T_h = 20^\circ\text{C}$ ; $\rho$ – плотность воды, равная $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$ ; $c$ – теплоемкость воды, равная $4200 \text{ Дж}/\text{кг}\text{K}$ . Определить требуемый объемный расход воды $L$ , $\text{м}^3/\text{с}$ , для обеспечения условия повышения температуры воды на выходе из коллектора на $10^\circ\text{C}$ . |
|              |                      | <u><b>Задача 2</b></u><br>Для условий задачи 1. Как изменится расход воды, если использовать двойное остекление?   |
|              |                      | <u><b>Задача 3</b></u><br>Для условий задачи 1. Как изменится расход воды, если использовать селективное покрытие?   |
|              |                      | <u><b>Задача 4</b></u><br>Для условий задачи 1. Как изменится расход воды, если поток лучистой энергии в плоскости коллектора станет $I = 1000 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ?  |
|              |                      | <u><b>Задача 5</b></u><br>Для условий задачи 1. Как изменится расход воды, если поток лучистой энергии в плоскости коллектора станет $I = 450 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ?   |
|              |                      | <u><b>Задача 6</b></u><br>Для условий задачи 1. Как изменится температура воды на выходе, если при том же расходе воды поток лучистой энергии в плоскости коллектора станет $I = 1000 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ?   |
|              |                      | <u><b>Задача 7</b></u><br>Для условий задачи 1. Какая должна быть площадь коллектора, чтобы обеспечить водоснабжение коттеджа, в котором проживают 5 человек из условия 150 литров на человека в сутки?  |
|              |                      | <u><b>Задача 8</b></u><br>Постройте зависимость расхода воды 1) От площади коллектора по условиям задачи 1.  |

|     |       |  |
|-----|-------|--|
|     |       | A = 2; 3; 6; 10; 20; 40; 100; 200 м <sup>2</sup> , 2) От температуры входящей жидкости Тн = 12; 15; 18; 20; 24 °C, 3) От температуры окружающего воздуха То.с.= 20; 24; 28; 32; 36 °C, 4) От температуры выходящей жидкости Тк = 30; 35; 40; 45 °C, 5) От температуры поверхности коллектора Тп = 40; 45; 50; 55; 60 °C.<br><u>Задача 9</u><br>Постройте зависимость температуры воды на выходе 1) От площади коллектора по условиям задачи 1. A = 2; 3; 6; 10; 20; 40; 100; 200 м <sup>2</sup> , 2) От температуры входящей жидкости Тн = 12; 15; 18; 20; 24 °C, 3) От температуры окружающего воздуха То.с.= 20; 24; 28; 32; 36 °C, 4) От расхода воды G = 10; 15; 20; 25; 30; 35 10–3 кг/с, 5) От температуры поверхности коллектора Тп = 40; 45; 50; 55; 60 °C, 6) От интенсивности солнечной радиации I = 450; 500; 600; 700; 800; 900 Вт/м <sup>2</sup> .  |
| 2.3 | 2.3.1 | 1. Тепловое аккумулирование энергии.<br>2. Энергетический баланс теплового аккумулятора. Классификация аккумуляторов тепла. Системы аккумулирования.<br>3. Тепловое аккумулирование для солнечного обогрева и охлаждения помещений.  |
| 3.1 | 3.1.1 | 1. Энергия ветра и возможности ее использования. Происхождение ветра, ветровые зоны РФ, ресурсы ветровой энергии в регионах.<br>2. Мировой опыт ветроэнергетики. Классификация ветродвигателей по принципу работы, конструкции, режимы работы.<br>3. Зависимость мощности ВЭС от скорости ветра и диаметра ветроколеса.<br>4. Работа поверхности при действии на нее силы ветра.<br>5. Работа ветрового колеса крыльчатого ветродвигателя.<br><u>Задача 1</u><br>Определить вертикальный профиль ветра, если известно, что на высоте h, м, скорость ветра составила v, м/с.<br><u>Задача 2</u><br>Определить диаметр ветроколеса, необходимый для ветроустановок мощностью 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000 кВт при скорости ветра v = 12 м/с; коэффициент использования энергии ветра $\xi = 0,3$ ; плотность воздуха принять равной $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ .<br><u>Задача 3</u><br>На какой высоте целесообразно размещать ветродвигатели, если известно, что на высоте h = 1,5 м скорость ветра составила v = 5 м/с. Потребность в энергии составляет 100 кВт. Сколько потребуется установок, если диаметр ветроколеса равен D, м.<br><u>Задача 4</u><br>На острове Фейр в Северном море проживают 70 человек. Там трудности с углем, нефтью, бензином – все нужно завозить. Однако, на острове постоянно дуют ветра со средней скоростью 8 м/с. Определите число и мощность ветроустановок, которые могут обеспечить энергией данный населенный пункт. Структура энергопотребления следующая: освещение, бытовые приборы – 3 кВт; отопительные установки, электроплиты – 35 кВт; теплицы – 7 кВт; зарядка электромобилей – 5 кВт. Диаметр ветроколеса D, м.<br><u>Задача 5</u><br>В нижнесаксонской деревне Бимольтен, на высоте 98 метров, установлены 14 ветротурбин. Определить их установленную мощность, если их диаметр составляет 10 м. Известно, что на высоте h = 2 м скорость ветра v = 6,8 м/с.<br><u>Задача 6</u><br>В нижнесаксонском Лере к северо-западу от острова Боркум, строятся 12 ветротурбин, мощностью 4-5 МВт каждая. Определить их теоретический диаметр при скорости ветра v = 12 м/с.<br><u>Задача 7</u><br>Для условий предыдущей задачи. В 2007г. Планировалось общую мощность увеличить до 1000 МВт. Сколько потребуется установить еще таких турбин?<br><u>Задача 8</u><br>Турбина Е 112 имеет установленную мощность 4,5 МВт. Ее диаметр составляет 110 м. Определить высоту, на которой должна работать турбина в номинальном режиме, если известно, что в данной местности на высоте h, м, скорость ветра составила v, м/с.<br><u>Задача 9</u><br>Постройте зависимость снимаемой мощности с турбины 1). От диаметра турбины D = 2; 4; 8; 15; 30; 50; 100 м. Принять скорость ветра v = 12 м/с; коэффициент использования $\xi = 0,3$ ; плотность $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ . 2). От скорости ветра v = 6; 8; 10; 12; 14 м/с. Принять диаметр ветроколеса D = 15 м; коэффициент использования $\xi = 0,3$ ; плотность $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ . 3). От высоты установки ветроколеса турбины h = 20; 30; 40; 60; 80; 100; 120 м. Принять диаметр ветроколеса D = 15 м; коэффициент использования $\xi = 0,3$ ; плотность $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ , если известно, что в данной местности на высоте h, м, скорость |

|     |       |  |
|-----|-------|--|
|     |       | ветра составила $v$ , м/с.   |
| 3.2 | 3.2.1 | <p>1. Теория идеального и реального ветряка. Понятие идеального ветряка. Классическая теория идеального ветряка.</p> <p>2. Работа элементарных лопастей ветроколеса. Момент и мощность всего ветряка. Потери ветряных двигателей.</p>  |
| 4.1 | 4.1.1 | <p>1. Тепловой режим земной коры.</p> <p>2. Геотермальные ресурсы, мировой опыт освоения, геотермальные ресурсы РФ.</p> <p>3. Подземные термальные воды (гидротермы). Запасы и распространение термальных вод.</p>   |
| 4.2 | 4.2.1 | <p>1. Использование геотермальной энергии для выработки тепловой и электрической энергии.</p> <p>2. Прямое использование геотермальной энергии. Одноконтурные и двухконтурные ГеоТЭС.</p> <p>3. Геотермальные электростанции с бинарным циклом. Очистка геотермальных вод от вредных солей и газов.</p> <p>4. Теплоснабжение высокотемпературной сильно минерализованной термальной водой.</p> <p>5. Теплоснабжение низкотемпературной маломинерализованной термальной водой.</p>  |
| 5.1 | 5.1.1 | <p>1. Использование энергии приливов и морских течений. Основы преобразования энергии волн.</p> <p>2. Преобразователи энергии волн: отслеживающие профиль волны, использующие энергию колеблющегося водяного столба, подводные устройства.</p> <p>3. Роль гидравлических и гидроаккумулирующих электростанций в энергосистемах.</p> <p>4. Общие сведения об использовании энергии приливов.</p> <p>5. Гидротехнические сооружения, бетонные и грунтовые плотины. Типы ГЭС и гидротурбин.</p> <p>6. Гидроаккумулирующие установки, обратимые гидроагрегаты. Мощность приливных течений и приливного подъема воды.</p> <p>7. Использование энергии океанских течений. Общая характеристика технических решений и эксплуатация гидроэнергетического оборудования.</p> <p>8. Нагрузки ГЭС на природную среду, экологию.</p> <p><u>Задача 1</u><br/>Найдите мощность волн, если известно, что период составляет 6 с, амплитуда равна 2 м.</p> <p><u>Задача 2</u><br/>Какой будет радиус круговой орбиты, если известно, что амплитуда составляет <math>a</math>, м, период <math>T = 10</math> с, положение частицы <math>z = -3; -2; -1; 0; 1; 2; 3</math> м. Построить график зависимости радиуса круговой орбиты <math>r</math> от положения частицы <math>z</math> и диаграмму.</p> <p><u>Задача 3</u><br/>Определить кинетическую энергию волны, если известно, что частота равна 0,1 Гц; радиус круговой орбиты частицы в волне <math>r</math> составляет 5 м, положение частицы относительно среднего уровня поверхности <math>z = 2</math> м.</p> <p><u>Задача 4</u><br/>По условиям задачи 1 при <math>T = 8</math> с; <math>a = 3</math> м.</p> <p><u>Задача 5</u><br/>По условиям задачи 1 при <math>T = 10</math> с; <math>a = 4</math> м.</p> <p><u>Задача 6</u><br/>По условиям задачи 1 при <math>T = 8</math> с; <math>a = 2</math> м.</p> <p><u>Задача 7</u><br/>По условиям задачи 1 при <math>T = 10</math> с; <math>a = 3</math> м.</p> <p><u>Задача 8</u><br/>По условиям задачи 2 при <math>T = 8</math> с; <math>a = 3</math> м; <math>z = -3; -2; -1; 0; 1; 2; 3</math> м.</p> <p><u>Задача 9</u><br/>По условиям задачи 3 при <math>T = 8</math> с; <math>a = 4</math> м; <math>z = -3; -2; -1; 0; 1; 2; 3</math> м. Построить график зависимости кинетической энергии 1) От радиуса круговой орбиты <math>r = 1; 2; 3; 4; 5</math> м 2) От положения частицы <math>z</math>, м.</p> |
| 5.2 | 5.2.1 | <p>1. Преобразование тепловой энергии океана. Ресурсы тепловой энергии океана.</p> <p>2. Схема ОТЭС, работающей по замкнутому циклу.</p> <p>3. Схема ОТЭС, работающей по открытому циклу.</p> <p>4. Использование перепада температур океан-атмосфера. Прямое преобразование тепловой энергии.</p> <p><u>Задача 1</u><br/>Определить скорость распространения приливной волны, если известно, что глубина моря составляет 100 м.</p> <p><u>Задача 2</u><br/>Постройте зависимость скорости распространения приливной волны <math>c</math>, м/с, от глубины</p>   |

|     |       |   |
|-----|-------|---|
|     |       | <p>моря <math>h = 100; 200; 300; 400; 500; 800; 1000</math> м.</p> <p><u>Задача 3</u><br/>Установите, следует ли ожидать резонанса в заливе, если его протяженность составляет <math>L = 1,5</math> км, длина приливной волны <math>\lambda = 2000</math> м, глубина <math>h = 200</math> м</p> <p><u>Задача 4</u><br/>По условиям задачи 3 при протяженности залива <math>L = 3000</math> км, глубине моря <math>h = 20</math> м.</p> <p><u>Задача 5</u><br/>Определить среднюю мощность, которую можно снять с потока, если скорость движения воды составляет 40 м/с.</p> <p><u>Задача 6</u><br/>Построить зависимость резонанса от глубины залива <math>h = 10; 20; 30; 40; 60; 100; 200</math> м при его длине <math>L = 200</math> км.</p> <p><u>Задача 7</u><br/>Построить зависимость резонанса от длины залива <math>L = 20; 50; 100; 200; 500</math> км. при его глубине <math>h = 200</math> м.</p> <p><u>Задача 8</u><br/>Определить максимально возможную мощность, снимаемую за один цикл ПЭС, если площадь бассейна <math>S</math> составляет <math>2000 \text{ м}^2</math>, перепад уровней воды <math>R</math> составляет 6 м.</p> <p><u>Задача 9</u><br/>По условиям задачи 8 Для Мезенского залива.</p> |
| 6.1 | 6.1.1 | <ol style="list-style-type: none"> <li>Использование биотоплива для энергетических целей.</li> <li>Производство биомассы для энергетических целей.</li> <li>Фотосинтез как естественный аккумулятор солнечной энергии.</li> <li>Топливная древесина, полевые культуры, отходы лесоперерабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности как энергоносители.</li> <li>Пиролиз (сухая перегонка). Термохимические процессы.</li> <li>Спиртовая ферментация (метановое брожение), использование биогаза очистных сооружений и городских свалок.</li> </ol>   |
| 7.1 | 7.1.1 | <ol style="list-style-type: none"> <li>Экологические проблемы использования НВИЭ. Проблема взаимодействия энергетики и экологии.</li> <li>Экологические последствия развития солнечной энергетики.</li> <li>Влияние ветроэнергетики на природную среду.</li> <li>Возможные экологические проявления геотермальной энергетики.</li> <li>Экологические последствия использования энергии океана.</li> <li>Экологическая характеристика использования биоэнергетических установок.</li> </ol>  |

**Таблица 6 – Перечень контрольных вопросов для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

| № п/п | Контрольные вопросы для проведения зачета  |
|-------|--|
| 1.    | Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Классификация НВИЭ  |
| 2.    | Использование НВИЭ. Текущее состояние, перспективы использования.  |
| 3.    | Интенсивность солнечного излучения. Атмосферная масса. Энергия фотонов. Запрещенная зона.                                      |
| 4.    | Конструкция, материалы и вольтамперная характеристика солнечного элемента.   |
| 5.    | Гелиосистемы. Назначение, принцип действия, классификация, конструкция.  |
| 6.    | Солнечные коллекторы. Назначение. Конструкция, принцип действия.   |
| 7.    | Солнечные абсорбера. Назначение. Конструкция, принцип действия.  |
| 8.    | Тепловое аккумулирование, аккумулятор, аккумулирующая система. Энергетический баланс теплового аккумулятора.                   |
| 9.    | Классификация аккумуляторов тепла. Системы аккумулирования.  |
| 10.   | Схема подключения солнечных элементов.   |
| 11.   | Происхождение ветра. Классификация ветров, роза ветров, ветровые зоны.   |
| 12.   | Устройство ветряка. Классификация ветродвигателей по принципу работы.  |
| 13.   | Скорость ветра. Работа поверхности при действии на нее силы ветра.   |
| 14.   | Работа ветрового колеса крыльчатого ветродвигателя. Теория и понятия идеального ветряка.                                       |
| 15.   | Схема подключения ветряка.   |
| 16.   | Геотермика. Геотермическая ступень и ее величина.  |
| 17.   | Классификация и типы подземных термальных вод.   |
| 18.   | Запасы и распространение термальных вод.   |
| 19.   | Прямое использование геотермальной энергии. Геотермальная электростанция с использованием природного пара и с бинарным циклом. |
| 20.   | Теплоснабжение высокотемпературной сильно минерализованной термальной водой.   |
| 21.   | Теплоснабжение низкотемпературной маломинерализованной термальной водой.   |

## 5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Процедуры оценивания формируемых компетенций определяют следующие нормативные документы, разработанные в НГТУ и к которым возможен доступ на сайте учебно-методического управления <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie> по вкладке «Нормативные документы и локальные акты по обеспечению образовательного процесса НГТУ»:

1. Положение о фонде оценочных средств для установления уровня сформированности компетенций обучающихся и выпускников на соответствие требованиям ФГОС ВО от 25 декабря 2014 года (СМК-ПВД-7.5-11.4-12-14).

2. Положение о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18).

В результате изучения дисциплины «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения общепрофессиональной компетенции ОПК-2 и с которой они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения той же компетенции (таблица 2). Оценивание формируемой компетенции ОПК-2 в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 7.

**Таблица 7 – Критерии, показатели и шкала оценивания формируемых компетенций в процессе текущего контроля знаний**

| Компетенция | Коды индикаторов достижения компетенций | Виды и номера тем занятий                                     | Критерии оценивания компетенций  | Показатели оценивания компетенций  |   |
|-------------|---|---|--|--|---|
|             |   |   |  | «Зачтено»  | «Не засчитано»  |
| ОПК-2       | ИОПК-2.2                                | Семинары по темам дисциплины в целом и работа в малых группах | <u>Критерий 1</u><br>Полнота и убедительность ответа или доклада, в том числе и дополнений к ним                       | Студент полно, логично и без недочетов излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал, абсолютно соответствующий темам по плану семинара   | Студент беспорядочно и неуверенно излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал, или излагает материал, абсолютно не соответствующий темам по плану семинара, а также отказывается от выступления или доклада  |
|             |   |   | <u>Критерий 2</u><br>Степень понимания изученного материала  | Студент обнаруживает глубокое понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников и не допускает ошибок  | Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего материала ответа на вопрос или доклада по плану семинара, допускает грубые ошибки, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению дескрипторами достижения компетенции ОПК-2  |
|             |   |   | <u>Критерий 3</u><br>Степень готовности презентации и доклада или тезисов (планов) ответа на вопросы по плану семинара | Наличие у докладчика мультимедийной презентации без нарушений принятых требований по структуре, наглядности, дизайну, настройке, содержанию и текста (плана) доклада или их отсутствие, а у выступающих – полное отсутствие тезисов (планов) выступлений по всем тематике семинара | Наличие у докладчика мультимедийной презентации с грубыми нарушениями принятых требований по структуре, наглядности, дизайну, настройке, содержанию и текста (плана) доклада или их отсутствие, а у выступающих – полное отсутствие тезисов (планов) выступлений по вопросам, вынесенным на семинар |
|             |   |   | <u>Критерий 4</u><br>Степень готовности к проведению инженерных расчетов   | Задание выполнено без ошибок   | Задание не выполнено, методика его выполнения ошибочна  |

В соответствии с пунктом 4.11 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) по итогам текущего контроля по дисциплине в семестре преподаватель решает вопрос о возможности прохождения студентом промежуточной аттестации по дисциплине. Обучающиеся, не выполнившие минимальные требования по рабочей программе дисциплины (РПД) и имеющие до 50% пропусков занятий, получают оценку «неудовлетворительно» («не зачленено») по данной дисциплине.

В соответствии с пунктом 5.9 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) во время последней учебной недели проводится зачет со студентами, отнесенными преподавателем к первой категории, т.е. выполнившими минимальные требования по РПД и имеющими менее 50% пропусков занятий (лекций и практических занятий). Студенты, отнесенные ко второй категории, т.е. не выполнившие минимальные требования по РПД и имеющие до 50% и более пропусков занятий (лекций и практических занятий), к зачету не допускаются и получают академическую задолженность по данной дисциплине.

Для выполнения минимальных требований по изучению дисциплины обучающиеся должны иметь только положительные оценки по текущему контролю их знаний на всех занятиях, на которых они присутствовали и выступали с докладами или сообщениями и выполняли практические задания.

В соответствии с пунктом 5.10 того же Положения – наиболее успешно обучающимся по дисциплине студентам преподаватель может поставить зачет без опроса (по итогам текущего контроля знаний).

Оценивание формируемых компетенций и по зачету в целом осуществляется по шкале оценивания, представленной в таблице 8.

**Таблица 8 – Шкала оценивания формируемых компетенций в процессе промежуточной аттестации**

| Компетенции | Уровень усвоения | Описание шкалы оценивания на зачете  |
|-------------|------------------|--|
| ОПК-2       | Достаточный      | По критериям 1-4 с показателями не ниже «Удовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный вопрос (табл. 7) |
|             | Недостаточный    | По критериям 1-4 с показателем «Неудовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный на вопрос (табл. 7)     |

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1 Учебная литература, печатные и электронные издания библиотечного фонда**

Библиотечный фонд укомплектован печатными и электронными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

**Таблица 9 – Список учебной литературы, печатных и электронных изданий**

| № п/п                        | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)  | Количество экземпляров в библиотеке |
|------------------------------|--|-------------------------------------|
| 1. Основная литература       |  |                                     |
| 1.                           | Основы современной энергетики: Учебник в 2-х томах. Т.1: Современная энергетика / А.Д. Трухний и др.; под ред. А.Д. Трухния. - М.: Изд. дом МЭИ, 2012. – 472 с.  | 10                                  |
| 2.                           | Солнечная энергетика: Учебное пособие / В.И. Виссарионов и др.; под ред. В.И. Виссарионова. - М.: Изд. дом МЭИ, 2012. – 276 с.   | 12                                  |
| 3.                           | Методы расчета ресурсов возобновляемых источников энергии: Учебное пособие / А.А. Бурмистров и др.; под ред. В.И. Виссарионова. - М.: Изд. дом МЭИ, 2014. – 144 с.   | 10                                  |
| 2. Дополнительная литература |  |                                     |
| 4.                           | Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебник / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - М. : Изд.Дом "Бастет", 2013. - 367 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат). - Соответствует Федеральному гос.образовательному стандарту 3-го поколения. | 10                                  |
| 5.                           | Сибикин Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - М.: КНОРУС, 2012. – 228 с. - ISBN 978-5-406-02051-7.   | 8                                   |
| 6.                           | Денк С.О. Энергетические источники и ресурсы близкого будущего. - Пермь: Изд. дом «Пресс-стайл», 2007. – 383 с.  | 12                                  |
| 7.                           | Денк С.О. Возобновляемые источники энергии. На берегу энергетического океана - Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 287 с.  | 15                                  |

| № п/п | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)   | Количество экземпляров в библиотеке |
|-------|---|-------------------------------------|
| 8.    | Удалов С.Н. Возобновляемые источники энергии: Учебник / С.Н.Удалов - Новосибирск: НГТУ, 2013. – 431 с.  | 10                                  |
| 9.    | Роза да А. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы: Учебн. пособие: Пер. с англ. / Роза да А.; Под ред. С.П.Малышенко, О.С.Попеля - М.: Изд. дом МЭИ; Изд. дом «Интеллект» - М.: Изд. дом МЭИ; Изд. дом «Интеллект», 2010. – 704 с. | 11                                  |
| 10.   | ГОСТ Р 51997-2002. Нетрадиционная энергетика. Ветроэнергетика. Установки ветроэнергетические. Общие технические требования - М.: ИПК Изд-во стандартов, 2013.   | 10                                  |

## 6.2. Справочно-библиографическая и научная литература

Таблица 10 – Список справочно-библиографической и научной литературы

| № п/п                                     | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц), наименование периодического издания, сайт издания или издательства, страница информационного сайта  | Количество экземпляров в библиотеке или периодичность выпусков |
|---|--|--|
| 1. Справочно-библиографическая литература |  |  |
| 1.  | П.Л. Кириллов и др. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике в 3-х томах. Т. 1; под общ. ред. П.Л. Кириллова. – М.: ИздАт, 2010. – 776 с.   | 12   |
| 2.  | Солнцев, Д.Н. Курс лекций по дисциплине: «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии», [Текст] / Д.Н. Солнцев - Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2015.   | Электронное издание  |
| 3.  | П.Л. Кириллов и др. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике в 3-х томах. Т. 2; под общ. ред. П.Л. Кириллова. – М.: ИздАт, 2013. – 688 с.   | 17   |
| 4.  | П.Л. Кириллов и др. Справочник по теплогидравлическим расчетам в ядерной энергетике в 3-х томах. Т. 3; под общ. ред. П.Л. Кириллова. – М.: ИздАт, 2014. – 688 с.   | 28   |
| 5.  | В.П. Бобков, А.И. Блохин, В.Н. Румянцев, В.А. Соловьев, В.П. Тарасиков. Справочник по свойствам материалов для перспективных реакторных технологий. Том 3. Свойства поглотителей нейтронов. Книга 1. Поглощающие материалы на основе бора и его соединений; под общ. ред. В.М. Поплавского. – М.: ИздАТ, 2013. – 632 с.                        | 9  |
| 6.  | Паспорт программы инновационного развития и технологической модернизации Госкорпорации «Росатом» на период до 2030 года (в гражданской части): <a href="https://www.rosatom.ru/upload/iblock/5e1/5e130b6e7fba0fb51f400defad83aca.pdf">https://www.rosatom.ru/upload/iblock/5e1/5e130b6e7fba0fb51f400defad83aca.pdf</a> на сайте www.rosatom.ru | Электронное издание  |
| 7.  | «AtomInfo.Ru»: независимый информационно-аналитический сайт AtomInfo.Ru (свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС77-30792, выдано Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия 26 декабря 2007 года)   | Электронное периодическое издание                              |
| 2. Научная литература                     |  |  |
| 8.  | «Атомная энергия». Научно-технический журнал. – М.: НКО «Редакция журнала «Атомная энергия» (Scopus, Web of Science, перечни ВАК и РИНЦ): <a href="http://j-atomicenergy.ru">j-atomicenergy.ru</a>   | 1 раз в месяц  |
| 9.  | «Вопросы атомной науки и техники. Серия: Термоядерный синтез». Научно-технический журнал. – М.: НИЦ «Курчатовский институт» (Scopus, Web of Science, перечни ВАК и РИНЦ): <a href="http://vant.iterru.ru/vant.html">http://vant.iterru.ru/vant.html</a>  | 4 раза в год   |
| 10.                                       | «Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика ядерных реакторов». Научно-технический журнал. – М.: НИЦ «Курчатовский институт» (Scopus, Web of Science, Science Citation Index, INIS Atomindex, перечни ВАК и РИНЦ): <a href="http://nrcki.ru/catalog/index.shtml?g_show=37331">http://nrcki.ru/catalog/index.shtml?g_show=37331</a>         | 5 раз в год  |
| 11.                                       | «Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика». Научно-технический журнал. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ (Ulrich's Periodical Directory, перечни ВАК и РИНЦ): <a href="https://nuclear-power-engineering.ru">https://nuclear-power-engineering.ru</a>   | 4 раза в год   |
| 12.                                       | Атомные станции малой мощности: новое направление развития энергетики: Т. 2 /под ред. акад. РАН А. А. Саркисова. — М.: Академ-Принт, 2015. — 387 с.: ил. — ISBN 978-5-906324-04-7 (в пер.)   | Электронное издание  |

## 6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

В помощь участникам образовательного процесса (преподавателям и студентам) в НГТУ разработаны следующие учебно-методические документы:

- 1) Е.Г. Ивашкин, Жукова Л.П. Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования: Учебное пособие / Е.Г. Ивашкин, Л.П. Жукова; НГТУ. – Нижний

Новгород, 2014. – 80 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

2) Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г. Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения: Учебное пособие / Т.И. Ермакова, Е.Г. Ивашкин; НГТУ. – Нижний Новгород, 2013. – 158 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

3) Жукова Л.П. Методические рекомендации по организации аудиторной работы / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 63 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ);

4) Ермакова Т.И. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 35 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ).

Указанные материалы размещены в электронном виде на сайте учебно-методического управления в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ».

## **7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента для выполнения следующих задач:

- оформление результатов выполнения заданий на практических занятиях;
- демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий;
- использование электронной образовательной среды университета;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

### **7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Сайт научно-технической библиотеки (НТБ):

- главная страница НТБ: <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>;
- электронная библиотека НГТУ: <https://library.nntu.ru/megapro/web>;
- библиотека электронных учебников: <http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>.

На странице «Ресурсы» сайта НТБ по соответствующим вкладкам возможен доступ к необходимым ресурсам на следующих страницах:

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;
- «Книжная полка» по вкладке «Библиотека электронных учебников»;
- «Электронно-библиотечная система «Лань» по вкладке «ЭБС «Лань»;
- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - Студенческая электронная библиотека» по вкладке «ЭБС «Консультант студента»;
- «ЮРАЙТ – образовательная платформа» по вкладке «ЭБС «Юрайт».

Кроме того, со страницы «Ресурсы» сайта НТБ возможен доступ к информационно-аналитическим платформам с информацией о ведущих международных научных публикациях Web of Science и Scopus, а также к реферативным журналам, выбранным из баз данных Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН) и выписываемым НТБ.

С компьютеров специализированных аудиторий НТБ (ауд. 2201, 2210, 6162) возможен доступ к внешним ресурсам:

- профессиональным справочным системам «Кодекс», «Гарант», «КонсультантПлюс», «Техэксперт»;
- Федеральному информационному фонду стандартов ФГУП «Стандартинформ».

С компьютеров сети НГТУ возможен доступ к базам данных, журналам и коллекциям электронных книг таких зарубежных издательств, как:

- платформа НЭИКОН, включающая 10 издательств;
- Elsevier (журналы Freedom Collection);

- Springer Nature (журналы и коллекции электронных книг);
  - Wiley (полнотекстовая коллекция журналов);
  - Questel (база данных патентного поиска Orbit Intelligence Premium).
- В свободном доступе находятся:
- научная электронная библиотека ELIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>;
  - научная электронная библиотека «Кибер Ленинка»: <https://cyberleninka.ru/journal>;
  - электронно-библиотечная система издательства «Наука»: <https://www.libnauka.ru/>
  - информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН: <http://www.vlibrary.ru/>.

## 7.2. Перечень программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 12 раздела 9 настоящей РПД.

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 12 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. Информация размещена в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»: <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>.

**Таблица 11 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ**

| № п/п | Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ | Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования |
|-------|--|---|
| 1.    | ЭБС «Консультант студента»   | Озвучка книг и увеличение шрифта  |
| 2.    | ЭБС «Лань»   | Специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации  |
| 3.    | ЭБС «Юрайт»  | Версия для слабовидящих   |

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебный процесс по данной дисциплине обеспечен современным аудиторным и лабораторным фондом. В процессе проведения аудиторных и самостоятельных занятий преподаватели и студенты имеют возможность доступа к информационно-коммуникационной сети «Интернет», как на территории НГТУ, так и вне ее.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Инновационные подходы в проектировании и конструировании реакторов АЭС» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 12.

**Таблица 12 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине**

| № п/п | Номера и наименования аудиторий и помещений для самостоятельной работы   | Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы   | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа  |
|-------|--|---|---|
| 1.    | <u>5115, 5201, 5209, 5210, 5220, 5225, 5232, 5236</u><br>Учебные аудитории для проведения лекций, семинаров, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор, экран)  | -   |
| 2.    | <u>5213</u><br>Центр расчетных исследований и вычислительного моделирования гидродинамических и теплофизи-   | • Компактный суперкомпьютер Cray CX1 с оперативной памятью 384 Гб и производительностью $10^{12}$ операций в секунду. | ОС Windows Server 2008, ANSYS 14.0 Academic Research 5 tasks, HPC – 84 tasks, license customer #602402, академическая лицензия, бессрочная. |

| № п/п | Номера и наименования аудиторий и помещений для самостоятельной работы  | Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы   | Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа  |
|-------|---|---|---|
|       | ческих процессов для самостоятельной работы   | • 3D-принтер DESIGNERPRO250   |   |
| 3.    | Лаборатория «Реакторная гидродинамика» для самостоятельной работы   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Научно - исследовательский аэrodинамический комплекс ФТ-50.</li> <li>• Ресиверная емкость.</li> <li>• Инвертор.</li> <li>• Газоанализатор.</li> <li>• Газовый расходомер.</li> <li>• Набор пневрометрических зондов.</li> <li>• КИП.</li> <li>• ПЭВМ IntelCore (TM) 2 Duo E7400.</li> <li>• Многофункциональные экспериментальные стенды ФТ-4, ФТ-5, ФТ-10 с ТЖМТ.</li> <li>• Экспериментальный стенд ФТ-40 по исследованию смешения потоков жидкостей в элементах ЯЭУ.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ОС Windows 7 Профессиональная Service Pack 1, Microsoft 2009, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная.</li> <li>• LabVIEW 7.1, National Instruments, S/N G12X21084, корпоративная университетская лицензия, бессрочная.</li> <li>• OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. 2000-2007, свободное ПО</li> <li>• Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, <a href="https://get.adobe.com/reader">https://get.adobe.com/reader</a>, бесплатное ПО.</li> <li>• Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО.</li> </ul>  |
| 4.    | 5214<br>Информационно - образовательный центр для проведения практических занятий, коллоквиума и самостоятельной работы | ПЭВМ – 14 шт. (процессор Inter® Core™ 2 CPU 6320 @ 1.86 GHz 1.87 GHz, ОЗУ 2 ГБ) с доступом к сети «Интернет» и ЭБС НГТУ   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ОС Windows 7 Профессиональная Service Pack 1, Microsoft 2009, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная.</li> <li>• Microsoft Visual Studio 2010, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная.</li> <li>• OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. 2000-2007, свободное ПО.</li> <li>• Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, <a href="https://get.adobe.com/reader">https://get.adobe.com/reader</a>, бесплатное ПО.</li> <li>• Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО.</li> <li>• T-FLEX Parametric CAD учебная версия, бесплатное ПО.</li> <li>• MATLAB, версия R2008a, бесплатное ПО.</li> </ul> |

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Основными элементами структуры аудиторной работы по дисциплине являются:

- виды аудиторной работы;
- формы аудиторной работы, включающие формы ее выполнения, формы представления ее результатов и формы контроля уровня освоения компетенции ОПК-1.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

- работа на лекциях;
- выполнение практических заданий;
- работа на семинарах и коллоквиуме.

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

- лекции;
- практические занятия (семинары, коллоквиум, работа в малых группах);
- консультации.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

- конспекты;
- рабочие материалы;
- доклады на семинарах, тезисы выступлений.

Уровень развития компетенции ОПК-2 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

- на контролльном опросе по пройденному материалу (знать);
- по результатам выполнения заданий на практических занятиях (уметь, владеть);
- при обсуждении докладов и выступлений на семинарах (знать, уметь).

Функциональные свойства форм аудиторной работы определены свойствами применяемых технологий, обеспечивающих изучение и освоение объема содержания дисциплины, отнесенного к определенной форме.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих образовательных технологий:

- на лекционных занятиях - проблемные лекции;
- на семинарских занятиях - семинары – диалоги;
- на практических занятиях – работа в малых группах.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлен зачет по промежуточной аттестации в соответствии с разделом 5.2 настоящей РПД.

### **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекция, как форма выполнения аудиторной работы, призвана донести до обучающихся знания теоретического материала дисциплины. Лекции обеспечивают, прежде всего, формирование компонента «знать» компетенции ОПК-2. Структура содержания лекций предусматривает введение, основную часть и заключение. Во введении раскрывается роль, значимость, состояние развития дисциплины для отрасли науки, техники, технологий. В заключении освещаются с достаточной полнотой основные направления развития содержания дисциплины. Объемы теоретического материала, изучаемого на лекциях еженедельно, обеспечивают выполнение запланированных форм аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов. Проблемная лекция определяется постановкой вопросов или задач, моделирующих проблемную, «напряженную» ситуацию, разрешение которой происходит непосредственно («на глазах») в ходе изложения темы на основе вовлечения студентов в диалогические формы коммуникации, активизирующие познавательную деятельность.

Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к семинарам, практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

### **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа**

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала и как форма групповых практических занятий применяются для коллективной проработки (изучения) тем, усвоение которых определяет качество профессиональной подготовки, и при этом являющихся наиболее трудными для индивидуального понимания и усвоения. Семинар включает:

- краткое вступительное слово преподавателя (2–3 минуты), в котором определяются целенаправленность всего занятия, его актуальность, узловые проблемы, связь с предшествующей темой, целевая установка;
- обсуждение вопросов семинара, в том числе: выступления по основному вопросу; вопросы к выступающему; анализ теоретических и методических достоинств и недостатков выступления, дополнения и замечания по нему; заключительное слово основного выступающего в связи с замечаниями и дополнениями со стороны студентов;
- заключительное слово преподавателя (подведение итогов, краткая оценка уровня обсуждения вопросов в целом, сильные и слабые стороны выступлений).

Успех семинара зависит от качества подготовки к нему как со стороны преподавателя, так и со стороны студентов. Основным методическим документом при подготовке студентов к данному семинару является его план, разработанный преподавателем.

### **10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях при работе в малых группах**

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в форме работы в малых группах. Они формируют, прежде всего, компоненты «уметь» и «владеть» компетенции ОПК-2 и ориентированы на решение типовых (базовых) задач, содержащих типовые механизмы, процедуры применения изучаемых методов, методик, подходов, алгоритмов, моделей и пр. Работа в малых группах – это совместная работа студентов в группах из 2–4 человек над определенным заданием, при выполнении которого они самостоятельно или с помощью преподавателя устанавливают нормы общения и взаимодействия, выбирают направление своей работы и средства для ее достижения. Члены группы сами устанавливают регламент общения, самостоятельно направляют свою деятельность, отдавая предпочтение наиболее компетентному и организованному лидеру представить результаты работы группы преподавателю. Основное назначение групповой работы — решение сложных проблем, требующих совместных усилий.

### **10.5. Методические указания по освоению дисциплины на коллоквиуме**

Коллоквиум проводится для выяснения уровня усвоения студентами знаний, овладения умениями и навыками по разделу 3 данной дисциплины. Он обеспечивает формирование компонентов «уметь» и «владеть» компетенции ОПК-2 и проводится в письменной форме, когда проверка знаний студентов осуществляется в виде письменного изложения ими развернутых ответов на практические вопросы. На коллоквиуме преподаватель в процессе проверки письменных ответов и при необходимости индивидуального собеседования выясняет уровень усвоения материала. Это позволяет вносить коррективы в лекционный курс и практические занятия.

### **10.6. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа студентов обеспечивает их подготовку к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 6 настоящей РПД.

В процессе самостоятельной работы студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы, указанных в таблице 12. В этих аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к ЭИОС и ЭБС, где в электронном виде располагаются необходимые учебные и учебно-методические материалы.

## **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Оценочные средства и регламенты текущего и итогового контроля освоения дисциплины приведены в разделе 5 настоящей РПД.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЯЭиТФ  
\_\_\_\_\_ А.Е. Хробостов  
«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

**Б1.Б.18 «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии»**  
(индекс по учебному плану, наименование)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**  
(код и наименование направления подготовки)

Направленность: **Тепловые электрические станции**  
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: **очная**  
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: **2021**

Курс: **2**

Семестр: **4**

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1) в рабочую программу изменения не вносятся. Программа актуализирована для 2021 года начала подготовки;
- 2)

Разработчик РПД, к.т.н., доцент кафедры  
**«Атомные и тепловые станции»**

\_\_\_\_\_ Д.Н. Солнцев  
(подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
«\_\_\_\_» 20 \_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой «Атомные  
и тепловые станции»  
\_\_\_\_\_ С.М. Дмитриев  
(подпись)

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой  
**«Атомные и тепловые станции»**  
\_\_\_\_\_ С.М. Дмитриев  
(подпись)  
«\_\_\_\_» 20 \_\_\_\_ г.

Методический отдел УМУ

\_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)  
«\_\_\_\_» 20 \_\_\_\_ г.