Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт политехнический

Кафедра промышленной энергетики

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИПТ
_____ А.Н. Чадин
"21" 03 2017 г.

# НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Учебный модуль по направлению подготовки
13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО
Начальник учебного отдела
_____ О.Б. Широколобова
"02" 03 2017 г.

Разработал
профессор
_____ В.Г. Сансиев
01 03 2017 г.

Принято на заседании кафедры
Протокол № 7 от 01.03.2017 г.
Заведующий кафедрой
_____ И.В. Швецов
01 03 2017 г.

**1 Цели и задачи учебного модуля**

Цели учебного модуля (УМ) " Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии": формирование у будущих бакалавров компетенций, необходимых для овладения базовыми теоретическими знаниями и практическими навыками работы в направлении успешной деятельности в области обеспечения жизнедеятельности людей и технологических процессов с использованием нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в соответствии с требованиями соответствующих санитарных, строительных и технологических норм и правил эксплуатации с учетом надежности и экономичности.

Задачи УМ " Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии": изучение теоретических основ о запасах, динамике развития и потребления нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, физических основах их преобразования, методах расчета энергоустановок, возможностях и перспективах их использования в топливно-энергетическом балансе страны.

**2 Место учебного модуля в структуре ООП направления подготовки13.03.01"Теплоэнергетика и теплотехника"**

Учебный модуль"Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии" относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин.Для изучения данного УМ студент должен знать теоретические сведения в объеме курсов "Котельные установки и парогенераторы", "Физико-химические процессы в энергетике", "Трансформация теплоты и теория горения", "Источники и системы теплоснабжения", "Тепломассообменное оборудование предприятий", "Технологические энергоносители предприятий", "Теплогенерирующие установки и системы теплоснабжения", "Тепловые и атомные станции в обеспечении жизнедеятельности", "Экология и экологические вопросы энергетики".

В свою очередь учебный модуль"Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии" является важным элементом дляподготовки выпускной квалификационной работы.

**3 Требования к результатам освоения учебного модуля**

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций:

- ПК-8- готовностью к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования

- ОПК-2способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методыматематического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

| **Уровни** | **Показатели** | **Оценочная шкала** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **3** | **4** | **5** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Базовый уровень** | Владеет методами математического анализа, физического и математического моделирования, теоретического и экспериментально го исследования | Не имеет достаточных навыков владения методами математического анализа, физического и математического моделирования объектов и процессов | Демонстрирует способности владения методами математического анализа, физического и математического моделирования | Демонстрирует владение методами математического анализа, физического и математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования |

В приложении В приведены паспорта компетенций ОПК-2, ПК-8

**4 Структура и содержание учебного модуля**

**4.1 Трудоемкость учебного модуля**

| Учебная работа (УР) | Всего | Распределение по семестрам | Коды формир-х компет-й |
|---|---|---|---|
| | | 8 | |
| **Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)** | 3 | 3 | |
| **Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):** | 108 | 108 | |
| - лекции<br>- практические занятия (семинары)<br>- лабораторные работы<br>- аудиторная СРС<br>- внеаудиторная СРС | 18<br>36<br>-<br>9<br>54 | 18<br>36<br>-<br>9<br>54 | ОПК-2,ПК-8 |
| **Аттестация:**<br>- зачет* | - | - | |

*) зачет принимается в часы аудиторной СРС.

**4.2Содержание и структурараздeлов учебного модуля**

1 Традиционные и нетрадиционные источники энергии.
2 Гидроэнергетические ресурсы и их использование
3 Использование энергии Солнца.
4 Запасы энергии ветра и возможности её использования.
5 Использование геотермальной энергии.
6 Энергетические ресурсы океана. Использование энергии океана.
7 Приливные электростанции.
8 Энергия вторичных энергоресурсов.
9 Биомасса.

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

**4.5 Организация изучения учебного модуля**

Методические рекомендации по организации изучения УМ с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даются в Приложении А.

**5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля**

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра, рубежный и семестровый (зачет) – по окончании изучения УМ.

Рубежная аттестация на 9 неделе проводится по результатам рубежного контроля. Пороговому уровню соответствует 37 баллов, максимальное количество баллов – 75.

Рубежная аттестация предполагает использование результатов текущего контроля: выполнение индивидуального домашнего задания, контрольных работ, докладов-презентаций, текущего опроса, систематичности работы и творческого рейтинга (участие в конференции, публикации, творческие идеи).

Максимальное количество баллов по модулю – 150.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положением от 27.09.2011 № 32 «Об организации учебного процесса по основным образовательным программам высшего профессионального образования».

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: контрольные работы, опрос, доклад.

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

**6 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля** представлено **Картой учебно-методического обеспечения** (Приложение Г)

**7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля**

Для осуществления образовательного процесса по модулю используются лекционные аудитории, оборудованные мультимедийными средствами.

**Приложения (обязательные):**

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля

Б – Технологическая карта

В – Паспорт компетенцииОПК-2, ПК-8

Г – Карта учебно-методического обеспечения УМ

Д – Перечень тем, предлагаемых для докладов-презентаций в рамках УЭМ2

Е – Полный перечень возможных вопросов по темам разделов УМ

**Приложение А**
**(обязательное)**

## Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля " Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии"

Учебный модуль" Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии"состоит из взаимосвязанных разделов, по которым предусмотрены лекционные и практические занятия. УМ основан на изучении теоретических основ о запасах, динамике развития и потребления нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, физических основах их преобразования, методах расчета энергоустановок, возможностях и перспективах их использования.

В таблице А.1 отражены разделы модуля, технологии и формы проведения занятий, задания по самостоятельной работе студента и ссылки на необходимую литературу.

### А.1 Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

Теоретическая часть модуля направлена на формирование системы знаний об основах и принципах функционирования энергетических систем обеспечения жизнедеятельности людей и технологических процессов с использованием нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, а также физических явлениях, лежащих в основе процессов получения и преобразования энергии.

Основное содержание теоретической части излагается преподавателем на лекционных занятиях, а также усваивается студентом при знакомстве с дополнительной литературой, которая предназначена для более глубокого овладения знаниями основных дидактических единиц соответствующего раздела и указана в таблице 1 Приложения Г.

### А.2 Методические рекомендации по практическим занятиям

Цель практических занятий – закрепление теоретического материала и выработка у студентов умения решать задачи по практическим аспектам учебного модуля.

Практические занятия строятся следующим образом:

– 50% аудиторного времени отводится на объяснение решения типовых задач у доски;

– 40% аудиторного времени – самостоятельное решение задач студентами;

– 10% аудиторного времени в конце текущего занятия – разбор типовых ошибок при решении задач.

Контрольные работы проводятся после освоения студентами теоретического материала и тренинга по решению задач по следующим разделам:

– Гидроэнергетические ресурсы и их использование;

– Запасы энергии ветра и возможности её использования;

– Энергетические ресурсы океана. Использование энергии океана;

– Энергия вторичных энергоресурсов.

На практических занятиях проходит обсуждение докладов студентов. Примерные темы докладов:

– Перспективы развития ветроэнергетики в России;

– Перспективы использования альтернативных источников энергии в Новгородской области;

– Ветроэнергетические ресурсы в Новгородской области;

– Перспективы и способы использования древесных отходов в Новгородской области.

Полный перечень предлагаемых тем докладов приведен в приложении Д.

**А.4 Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Самостоятельная работа студентов включает проработку полученных на занятиях теоретических знаний с использованием дополнительной литературы и специализированных интернет-сайтов (например, http://www.diagram.com.ua/library/energ-alternativnaya-energiya/, http://www.ensor.ru/, http://energetiku.jimdo.com, http://foraenergy.ru/, http://alternativenergy.ru/), анализ литературных и интернет-источников для выполнения контрольных работ.

Примеры разноуровневых задач с решением представлены в учебных пособиях:

– Швецов И.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии/Методические указанияпо практическим занятиям для студентов специальности 140104.65 “Промышленная теплоэнергетика”.-10 с.

– Швецов И.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии/Методические указания для студентов специальности 140104.65(100700) "Промышленная теплоэнергетика" заочной формы обучения.-4с.

**Раздел 1.1Традиционные и нетрадиционные источники энергии**. Темы этого раздела следующие: запасы и ресурсы энергии; динамика потребления энергоресурсов и развитие энергетического хозяйства, экологические проблемы энергетики; место нетрадиционных источников в удовлетворении энергетических потребностей человека.

Как правило, в начале лекции проводится опрос для экспресс-оценки уровня усвоения теоретического материала студентами. Опрос по разделу 1.1 состоит из следующих вопросов, например:

- Что такое альтернативная энергия?
- Каковы перспективы альтернативной энергетики?
- Какая доля альтернативных источников энергии в общем объеме вырабатываемой электроэнергии в мире?
- Почему альтернативную энергетику не использовали раньше?
- Кому нужна альтернативная энергия?

Перечень всех возможных вопросов по темам приведен в приложении Е.

Практические занятия состоят из решения разноуровневых задач, например:

1 Как изменится мощность малой ГЭС, если напор водохранилища в засушливый период уменьшится в 1,2 раз, а расход воды сократится на 20 % ? Потери в гидротехнических сооружениях, водоводах, турбинах и генераторах считать постоянными.

2 Определение емкости аккумуляторной батареи.

Для внеаудиторной СРС по разделу 1.1 рекомендуется следующая литература:

1 Быстрицкий Г. Ф.Основы энергетики : учеб.для вузов. - М. : Инфра-М, 2006. – 276 с.

2 Баскаков А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебник : для вузов / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - М. : БАСТЕТ, 2013. – 365 с.

**Раздел 1.2 Гидроэнергетические ресурсы и их использование.** Темы раздела: количественная характеристика гидроресурсов, природные факторы качества гидроэнергоресурсов, понятие о техническом энергетическом потенциале речного стока, энергетические ресурсы морского прилива, возможности их использования, основные направления использования гидроэнергоресурсов.Опрос по разделу 1.2 состоит из следующих вопросов, например:

- Малые ГЭС.
- Гидроэнергетический потенциал Новгородской области.
- Мощность водяного потока.
- Экология малых ГЭС. ГАЭС.
- Энергия волн.

Практические занятия состоят из решения разноуровневых задач, например:

1Определить мощность малой ГЭС, если расход воды Q =10 м/с, напор Н = 18 м. Коэффициент потерь напора в открытом гидроканалеК = 0,85, КПД гидротурбины $\eta_h$ = 77, КПД гидрогенератора $\eta_e$ = 0.94. Как изменится мощность, если затвором уменьшить расход воды до 70% от номинального? Будет она больше или меньше, чем 70% от номинальной мощности?

2Как изменится мощность малой ГЭС, если напор водохранилища Н в засушливый период уменьшится в 3 раза, а расход воды Vсократится на 40 % ? Потери в гидротехнических сооружениях, водоводах, турбинах и генераторах считать постоянными.

Внеаудиторная СРС заключается в решении задач по теме и подготовке к выполнению контрольной работы. Для внеаудиторной СРС по разделу 1.2 рекомендуется следующая литература:

1 Бусель Н. А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб.пособие / Н. А. Бусель ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2003. - 86с.

2 Сибикин Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб.пособие. - М. :Кнорус, 2010. – 227 с.

3 Баскаков А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебник : для вузов / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - М. : БАСТЕТ, 2013. – 365 с.

**Раздел 1.3 Использование энергии Солнца.**Темы раздела: физические основы процессов преобразования солнечной энергии; типы коллекторов; принципы их действия и методы расчетов; солнечные коллекторы с концентраторами; аккумулирование тепла; типы аккумуляторов и методы их расчета; солнечные электростанции.Опрос по разделу 1.3 состоит из следующих вопросов, например:

- Солнечное излучение и его характеристики.
- Области солнечного спектра.
- Нагревание воды солнечным излучением.
- Типы солнечных нагревателей.
- Солнечная энергия для охлаждения воздуха.

Практические занятия состоят из решения разноуровневых задач, например:

1Определить теплоту, подводимую гелиостатами к установленному на башне парогенератору паротурбинной солнечной электростанции, если количество гелиостатов $n$ = 7000, площадь зеркал одного гелиостата F = 10 м$^2$, интенсивность солнечного излучения $I$ = 500 Вт/м$^2$, коэффициент эффективности использования солнечного излучения $\eta_s$ = 0,5. Определить также термический КПД и теоретическую мощность паротурбинной установки СЭС, работающей по циклу Ренкина, если параметры острого пара $p_1$= 10 Мпа, $t_1$ =400 ℃ ,давление в конденсаторе $p_2$ = 10 кПа, КПД парогенератора $\eta_{пг}$= 0,85. Как изменится мощность СЭС, если вместо паротурбинной установки применить кремниевые фотоэлектрические преобразователи с КПД $\eta_{fe}$ = 0,15, занимающие ту же площадь, что и зеркала гелиостатов?

2На солнечной электростанции башенного типа установлено 300 гелиостатов, каждый из которых имеет поверхность $F_г$ = 50 м$^2$. Гелиостаты отражают солнечные лучи на приемник, на поверхности которого зарегистрирована максимальная энергетическая освещенность Н $_{пр}$= 2,5 МВт/м$^2$. Коэффициент отражения гелиостата $R_г$=0,8. коэффициент поглощения приемника $A_{пр}$= 0,95. Максимальная облученность зеркала гелиостата $H_г$ = 600 Вт/м$^2$ .Определить площадь поверхности приемника $F_{пр}$и тепловые потери в нем, вызванные излучением и конвекцией, если рабочая температура теплоносителя составляет t = 600 °С. Степень черноты приемника $e_{пр}$=0,95. Конвективные потери вдвое меньше потерь от излучения.

3Для отопления дома в течение суток потребуется Q = 0,55 ГДж теплоты. При использовании для этой цели солнечной энергии тепловая энергия может быть запасена в водяном аккумуляторе. Допустим, что температура горячей воды$t_1$ = 50 ° С.

Каковадолжна быть емкость бака аккумулятора V($м^3$), если тепловая энергия может использоваться в отопительных целях до тех пор, пока температура воды не понизится до $t_2$ = 30 °С?

Внеаудиторная СРС заключается в решении задач по теме и подготовке к выполнению контрольной работы. Для внеаудиторной СРС по разделу 1.3 рекомендуется следующая литература:

1 Бусель Н. А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб.пособие / Н. А. Бусель ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2003. - 86с.
2 Сибикин Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб.пособие. - М. :Кнорус, 2010. – 227 с.
3 Баскаков А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебник : для вузов / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - М. : БАСТЕТ, 2013. – 365 с.

**Раздел 1.4 Запасы энергии ветра и возможности её использования.**Темы раздела: ветроэнергетические установки; ветровой кадастр России; типы ветроэнергетических установок; ветроэлектростанции.Опрос по разделу 1.4 состоит из следующих вопросов, например:

- Ветер и его характеристики.
- Сила ветра.
- Определение средней скорости ветра.
- Классификация ветроустановок.
- Режимы работы ветроколеса.

Практические занятия состоят из решения разноуровневых задач, например:

1 Рассчитать среднегодовую выработку электроэнергии ветроагрегатом с диаметром ветроколеса d, если известны плотность воздуха, среднегодовая скорость ветра.

2 Определить мощность ветровой электростанции, содержащей *8* однотипных ветроэнергетических установок. Длина лопасти ветроколеса $L = 60$ *м,* скорость ветра $w = 10$ *м/с,* КПД ветродвигателя $\eta_B = 0{,}33$, электрический КПД установки (генератора и преобразователя) $\eta_e$ = 0,75, температура воздуха $t$ = -15$^0$С, атмосферное давление $p$ =100 кПа .

Внеаудиторная СРС заключается в решении задач по теме и подготовке к выполнению контрольной работы. Для внеаудиторной СРС по разделу 1.4 рекомендуется следующая литература:

1Бусель Н. А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб.пособие / Н. А. Бусель; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2003. - 86с.
2 Сибикин Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб.пособие. - М. :Кнорус, 2010. – 227 с.
3 Баскаков А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебник : для вузов / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - М. : БАСТЕТ, 2013. – 365 с.
4 Быстрицкий Г. Ф.Основы энергетики : учеб.для вузов. - М. : Инфра-М, 2006. – 276 с.

**Раздел 1.5 Использование геотермальной энергии.**Темы раздела: тепловой режим земной коры, источники геотермального тепла; методы и способы использования геотермального тепла для выработки электроэнергии и в системах теплоснабжения; экологические показатели ГеоТЭС.Опрос по разделу 1.5 состоит из следующих вопросов, например:

- Геотермальная энергия и ее свойства.
- Строение Земли.
- Классификация геотермальных районов.
- Экологические проблемы строительства ГеоТЭС.
- Оценка мощности ГеоТЭС.

Практические занятия состоят из решения разноуровневых задач, например:

1 Двухконтурная пароводяная геотермальная электростанция с электрической мощностью ***N*** =5 **МВт**получает теплоту от воды из геотермальных скважин с температурой $t_{gb}$= 200˚С.Сухой насыщенный пар на выходе из парогенератора имеет температуру на 20°С ниже, чем $t_{gb}$. Пар расширяется в турбине и поступает в конденсатор, где охлаждается водой из окружающей среды с температурой $t_{xb}$ =15°С. Охлаждающая вода нагревается в конденсаторе на 12°С. Конденсат имеет температуру на 20°С выше, чем $t_{xb}$. Геотермальная вода выходит из парогенерирующей установки с температурой на 15°С выше, чем конденсат. Относительный внутренний коэффициент турбины $\eta_{0i}$ = 0,8, электрический КПД турбогенератора $\eta_e$ = 0,96. Определить термический КПД цикла Ренкина, расход пара и удельный расход теплоты, расходы воды из геотермальных скважин и из окружающей среды.

2 Определить начальную температуру $t_2$и количество геотермальной энергии $E_o$ (Дж) водоносного пласта толщиной h = 0,5 км при глубине залегания z = 3 км, если заданы характеристики породы пласта: плотность $\rho_{гр}$= 2700 кг/ м$^3$; пористость а = 5 %; удельная теплоемкость $C_{гр}$ =840 Дж/(кг· К). Температурный градиент (dT/dz) =30°С /км. Среднюю температуру поверхности $t_o$ принять равной 10 °С. Удельная теплоемкость воды $C_в$= 4200 Дж/(кг · К); плотность воды ρ= 1·10$^3$кг/м$^3$ . Расчет произвести по отношению к площади поверхности F= 1 км$^2$. Минимально допустимую температуру пласта принять равной $t_1$ =40 ° С.Определить также постоянную времени извлечения тепловой энергии $\tau_o$(лет) при закачивании воды в пласт и расходе ее V=0,1 м$^3$/(с·км$^2$). Какова будет тепловая мощность, извлекаемая первоначально $(dE/dz)_{\tau=0}$ и через 10 лет $(dE/dz)_{\tau=10}$?

Внеаудиторная СРС заключается в решении задач по теме и подготовке к выполнению контрольной работы. Для внеаудиторной СРС по разделу 1.5 рекомендуется следующая литература:

1Бусель Н. А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб.пособие / Н. А. Бусель ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2003. - 86с.

2 Сибикин Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб.пособие. - М. :Кнорус, 2010. – 227 с.

3 Баскаков А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебник : для вузов / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - М. : БАСТЕТ, 2013. – 365 с.

**Раздел 1.6 Энергетические ресурсы океана. Использование энергии океана.**Темы раздела: энергетические ресурсы океана; энергетические установки по использованию энергии океана: использование разности температуры воды, волн, приливов, течений).Опрос по разделу 1.6 состоит из следующих вопросов, например:

- Энергия волн. Характеристики волнового движения.
- Мощность волнового движения.
- Скорость перемещения волны.
- Устройства для преобразования энергии волн.
- Колеблющийся водяной столб.

Практические занятия состоят из решения разноуровневых задач, например:

1 Действительный КПД океанической ТЭС, использующейтемпературный перепад поверхностных и глубинных вод ($T_1$-$T_2$)= ΔТи работающей по циклу Ренкина, вдвое меньше термического КПД установки, работающей по циклу Карно, $\eta_t^k$. Оценить возможную величину действительного КПД ОТЭС, рабочим телом которой является аммиак, если температура воды на поверхности океана $t_1$= 28 °С, а температура воды на глубине океана $t_2$= 4 °С. Какой расход теплой воды V, м$^3$/с потребуется для ОТЭС мощностью N= 8 МВт?Считать, что плотность воды ρ= 1·10 $^3$кг/м$^3$, а удельная массовая теплоемкость $C_p$ = 4,2·10$^3$Дж/(кг-К).

2 Найдите мощность волн, если известно, что периодсоставляет 6 с, амплитуда равна 2 м.

Внеаудиторная СРС заключается в решении задач по теме и подготовке к выполнению контрольной работы. Для внеаудиторной СРС по разделу 1.6 рекомендуется следующая литература:

1Бусель Н. А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб.пособие / Н. А. Бусель ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2003. - 86с.
2 Сибикин Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб.пособие. - М. :Кнорус, 2010. – 227 с.
3 Баскаков А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебник : для вузов / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - М. : БАСТЕТ, 2013. – 365 с.

**Раздел 1.7 Приливные электростанции.**Темы раздела: энергия приливов, периоды колебаний уровня воды, причины возникновения приливов, лунные и солнечные приливы, технико-экономические и экологические проблемы ПЭС. Опрос по разделу 1.7 состоит из следующих вопросов, например:

- Какой перепад уровней между отливом и приливом считается достаточным для хорошей работы приливной электростанции?
- Достоинства и недостатки ПЭС?
- Как изменяется средняя величина приливной энергии от сезона к сезону?
- Какие экологические преимущества ПЭС?
- В каких случаях ПЭС может использоваться в энергосистеме как пиковая электростанция?

Практические занятия состоят из решения разноуровневых задач, например:

1 Рассчитать энергию прилива для следующих условий: плотина длиной 390 м имеет ширину 33м и высоту от дна моря 25 м, максимальный разлив прилива 13 м; общая мощность 24 турбин по10 МВт равна240 МВт;годовое использование мощности ≈ 33 %;среднее количество рабочих часов в году - 2200;годовой объем производства электроэнергии более 600 ГВт.

2 Используя формулу Л. Б. Бернштейна, оценить приливный потенциал бассейна$Э_{пот}$ (кВт·ч), если его площадь F=1000 км$^2$, а средняя величина прилива $R_{ср}$=7,2 м.

Внеаудиторная СРС заключается в решении задач по теме и подготовке к выполнению контрольной работы. Для внеаудиторной СРС по разделу 1.7 рекомендуется следующая литература:

1Бусель Н. А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб.пособие / Н. А. Бусель ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2003. - 86с.
2 Сибикин Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб.пособие. - М. :Кнорус, 2010. – 227 с.
3 Баскаков А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебник : для вузов / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - М. : БАСТЕТ, 2013. – 365 с.
4 Быстрицкий Г. Ф.Основы энергетики : учеб.для вузов. - М. : Инфра-М, 2006. – 276 с.

**Раздел 1.8 Энергия вторичных энергоресурсов.**Темы раздела:понятие вторичных энергоресурсов (ВЭР); использование ВЭР для получения электрической и тепловой энергии; способы использования и преобразования ВЭР; отходы производства и сельскохозяйственные отходы; способы и возможности их использования в качестве первичных источников для получения электрической и тепловой энергии.Опрос по разделу 1.8 состоит из следующих вопросов, например:

- Классификация вторичных энергетических ресурсов.
-Горючие ВЭР нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.
- Что называют низкопотенциальными тепловыми отходами?
-Какие отрасли народного хозяйства располагают значительным резервом топливных и тепловых ВЭР?

- Чем различаются теплота высокого, среднего и низкого потенциалов?

Практические занятия состоят из решения разноуровневых задач, например:

1 Теплопотребность коттеджа площадью 120–240 м2 (из расчета тепловых потерь с учетом инфильтрации) – 13 кВт; температура воды в системе отопления равна 35 °С (подполовой обогрев); минимальная температура теплоносителя на выходе в испаритель – 0 °С. Для обогрева здания выбран тепловой насос мощностью 14,5 кВт из существующего технического ряда оборудования, с учетом потерь на вязкости медиума.

Мощность, затрачиваемая на нагрев фреона при отборе и передаче тепловой энергии из грунта, составляет 3,22 кВт. Теплосъем с поверхностного слоя грунта (сухая глина), *q* равняется 20 Вт/м.п. Произвестирасчет горизонтального коллектора.

Внеаудиторная СРС заключается в решении задач по теме и подготовке к выполнению контрольной работы. Для внеаудиторной СРС по разделу 1.4 рекомендуется следующая литература:

1Бусель Н. А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб.пособие / Н. А. Бусель ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2003. - 86с.

2 Сибикин Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб.пособие. - М. :Кнорус, 2010. – 227 с.

3 Баскаков А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебник : для вузов / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - М. : БАСТЕТ, 2013. – 365 с.

4 Быстрицкий Г. Ф.Основы энергетики : учеб.для вузов. - М. : Инфра-М, 2006. – 276 с.

**Раздел 1.9 Биомасса.**Темы раздела: запасы биоресурсов, технологии производства топлива из биомассы, опыт использования биомассы, решение проблемы биомассы в России, биогазовые энерготехнологии. Опрос по разделу 1.9 состоит из следующих вопросов, например:

- Что означает термин "биомасса"?
- Возможные направления использования растительной биомассы.
- Что такое багасса?
- Чем различаются процессы пиролиза и газификации биомассы?
- Какие процессы используются для получения твердых, жидких и газообразных топлив из биомассы?

Практические занятия состоят из решения разноуровневых задач, например:

1 Определить объем биогазогенератора$V_б$и суточный выход биогаза $V_г$в установке, утилизирующей навоз от п=18 коров, а также обеспечиваемую ею тепловую мощность N(Вт). Время цикла сбраживания $\tau$ = 14 сут при температуре t = 25° С; подача сухого сбраживаемого материала от одного животного идет со скоростью W = 2 кг/сут; выход биогаза из сухой массы $\nu_г$= 0,24 $м^3$/кг .Содержание метана в биогазе составляет 70 %. КПД горелочного устройства $\eta$=0,68. Плотность сухого материала, распределенного в массе биогазогенератора, $p_{сух}$ ≈50 кг/$м^г$ . Теплота сгорания метана при нормальных физических условиях $Q_н^р$=28 МДж/$м^3$.

2 Содержание сухого сбраживаемого материала в навозе одного животного 0,2 кг засутки; время цикла сбраживания при температуре 20 0С *t* = 14 суток; Суммарная теплотворная способность сухого навоза 12 МДж/кг; Суммарная теплотворная способность биогаза (50% - метан и 50% - углекислый газ) – *СВ*= 20 МДж/м3; При полном сбраживании за 14 суток полный выход биогаза 0,5 м3 на 1 кг сухого материала; КПД двигатель-генераторной установки $\eta$ = 30%. Оценить эффективность установки биогазогенератора и двигатель-генераторной установки для утилизации навоза на свиноферме на 1000 голов.

Внеаудиторная СРС заключается в решении задач по теме и подготовке к выполнению контрольной работы. Для внеаудиторной СРС по разделу 1.4 рекомендуется следующая литература:

1Бусель Н. А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб.пособие / Н. А. Бусель ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2003. - 86с.
2 Сибикин Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб.пособие. - М. :Кнорус, 2010. – 227 с.
3 Баскаков А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебник : для вузов / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - М. : БАСТЕТ, 2013. – 365 с.
4 Быстрицкий Г. Ф.Основы энергетики : учеб.для вузов. - М. : Инфра-М, 2006. – 276 с.

**Приложение Б**
**(обязательное)**

**Технологическая карта**
**учебного модуля " Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии"**
**семестр 8, ЗЕТ 3, вид аттестации - зачет, акад.часов - 108, баллов рейтинга 150**

| № и наименование раздела учебного модуля, КП/КР | | № недели сем. | Трудоемкость, ак.час | | | | | Форма текущего контроля успев. (в соотв. с паспортом ФОС) | Максим.кол-во баллов рейтинга |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Аудиторные занятия | | | | СРС | | |
| | | | ЛЕК | ПЗ | ЛР | АСРС | | | |
| 1.1 | Традиционные и нетрадиционные источники энергии | 1-2 | 2 | 4 | - | 1 | 2 | Опрос | 5 |
| 1.2 | Гидроэнергетические ресурсы и их использование | 3-4 | 2 | 4 | - | 1 | 2 | Контрольная работа 1 | 20 |
| 1.3 | Использование энергии Солнца | 5-6 | 2 | 4 | - | 1 | 2 | Опрос | 5 |
| 1.4 | Запасы энергии ветра и возможности её использования | 7-8 | 2 | 4 | - | 1 | 2 | Контрольная работа 2 | 20 |
| Рубежный контроль | | 9 | 8 | 16 | - | 4 | 8 | | 50 |
| Рубежная аттестация – не менее 25 баллов из 50 | | | | | | | | | |
| 1.5 | Использование геотермальной энергии | 9-10 | 2 | 4 | - | 1 | 2 | Опрос | 5 |
| 1.6 | Энергетические ресурсы океана. Использование энергии океана | 11-12 | 2 | 4 | - | 1 | 2 | Контрольная работа 3 | 20 |
| 1.7 | Приливные электростанции | 13-14 | 2 | 4 | - | 1 | 2 | Опрос | 5 |
| 1.8 | Энергия вторичных энергоресурсов | 15-16 | 2 | 4 | - | 1 | 2 | Контрольная работа 4<br>Опрос | 20<br>5 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.9 Биомасса | 17-18 | 2 | 4 | - | 1 | 2 | Опрос | 5 |
| Рубежный контроль | 18 | 10 | 20 | | 5 | 10 | Доклад-презентация | 20 |
| Итоговый контроль | 18 | 18 | 36 | - | 9 | 36 | Домашнее задание | 20 |
| **Итого:** | | **18** | **36** | **-** | **9** | **54** | | **150** |

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины

(в соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по основным образовательным программам высшего профессионального образования» от 27.09.2011г. № 32):

- пороговый– от 75 до 104 баллов;
- стандартный– от 105 до 134 баллов;
- эталонный– от 135 до 150 баллов.

**Приложение В**

**Паспорт компетенцииОПК-2, ПК-8**

**ПК-8- готовностью к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования;**

**ОПК-2 Готовность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способность привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат**

| Уро вни | Показатели | Оценочная шкала | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 3 | 4 | 5 |
| Пороговый уровень | Знаком с основными законами естественнонаучных дисциплин, применяемых в профессиональной деятельности | Испытывает затруднения в формулировках основных законах естественных наук | Демонстрирует способности в познании и формулировках основных законов естественных наук, применяемых в профессиональной деятельности | Показывает четкое понимание и знание основных законов естественнонаучных дисциплин, применяемых в профессиональной деятельности |
| Базовый уровень | Владеет методами математического анализа, физического и математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования | Не имеет достаточных навыков владения методами математического анализа, физического и математического моделирования объектов и процессов | Демонстрирует способности владения методами математического анализа, физического и математического моделирования | Демонстрирует владение методами математического анализа, физического и математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования |
| Продвинутый уровень | Способен применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности | Показывает неуверенность впримененении основных законов естественнонаучных дисциплин, методов математического анализа и моделирования | Демонстрирует способности впримененении основных законов естественнонаучных дисциплин, методов математического анализа и моделирования | Готов к применению основных законов естественнонаучных дисциплин, методов математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности |

**Приложение Г**
**(обязательное)**
**Карта учебно-методического обеспечения**

**Модуля: Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии**

Направление (специальность): 13.03.01- Теплоэнергетика и теплотехника

Формы обучения очная

Курс 4 Семестр 8

Часов**:** всего 108, лекций 18, практ. зан. 36, СРС и виды индивидуальной работы (курсовая работа, КП) 54

Обеспечивающая кафедра ПРЭН

Таблица 1- Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

| Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол.стр.) | Кол.экз. в библ. НовГУ | Наличие в ЭБС |
|---|---|---|
| Учебники и учебные пособия | | |
| 1.Быстрицкий Г. Ф.Основы энергетики : учеб.для вузов. - М. : Инфра-М, 2006. – 276 с. | 20 | |
| 2.Бусель Н. А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб.пособие / Н. А. Брусель ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2003. - 86с. | 10 | |
| 3. Сибикин Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учеб.пособие. - М. :Кнорус, 2010. – 227 с. | 14 | |
| 4.Баскаков А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебник : для вузов / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - М. : БАСТЕТ, 2013. – 365 с. | 15 | |
| Учебно-методические издания | | |
| 1. Рабочая программа «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» | | |
| | | |
| | | |

Таблица 3 – Дополнительная литература

| Библиографическое описание* издания<br>(автор, наименование, вид, место и год издания, кол.стр.) | Кол.экз. в библ. НовГУ | Наличие в ЭБС |
|---|---|---|
| 1Городов, Р.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Р.В. Городов, В.Е. Губин, А.С. Матвеев; Томский политехнический университет. - Томск : Изд-во ТПУ, 2009. - 294 с. | | Единое окно доступа к образовательным ресурсам http://window.edu.ru/resource/549/75549 |
| 2Хахалева Л.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Пособие для проведения практических занятий. - Ульяновск :УлГТУ, 2008. - 32 с. | | Единое окно доступа к образовательным ресурсам http://window.edu.ru/resource/944/58944 |
| 3 | | |
| 4 | | |

Действительно для учебного года 2017 / 2018

Зав. кафедрой ПРЭН_____ И.В. Швецов

подпись И.О.Фамилия

"01"марта 2017 г.

СОГЛАСОВАНО

Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого
Научная библиотека

НБ НовГУ: зав. библиот. Калинина Н.А

должность подпись

расшифровка

Примечания:

1 Карта учебно-методического обеспечения (УМО) составляется совместно для модуля всех форм обучения;
2 Название модуля берется из рабочего учебного плана текущего учебного года;
3 В таблицу 1 входят не более пяти изданий основной литературы:
- учебники и учебные пособия с грифом Минобразования или других органов исполнительной власти РФ;
- учебные издания НовГУ, допущенные к использованию Учёным советом, конспект лекций;
- не старше скольки лет должны быть издания, определяется конкретным ФГОС (если там это прописано)
4 В раздел «Учебно-методические издания» входят:
- рабочая программа модуля с обязательными приложениями;
- учебно-методические издания НовГУ и/или других вузов, если они разрешены Ученым советом института к использованию в учебном процессе в НовГУ;
5 В таблицу 2 входят:
- необходимые комплекты лицензионного программного обеспечения;
- рекомендуемые интернет-ресурсы.
6 В таблицу 3 входит дополнительная литература, которая присутствует в ЭБС и библиотеке НовГУ
Таблица 3 добавлена в соответствии с ФГОС и приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 06.07.2015г. № 667 «Об утверждении форм сведений о реализации ОП, заявленных для государственной аккредитации образовательной деятельности» (Раздел 4.Сведения о библиотечном и информационном обеспечении основной образовательной программы)

## ПриложениеД
## Перечень предлагаемых тем для докладов-презентаций

1 Автономные газогенераторные электростанции (мини-ТЭС), работающие на биомассе
2 Расчет газификатора и газификации древесных отходов для обеспечения переработки биомассы
3 Использование отходов мукомольного производства
4 Сжигание биомассы в кипящем слое
5 Верхне-Мутновская геотермальная электростанция
6 Кислогубская приливная электростанция
7 Пути энергетического использования жидких биомассных отходов целлюлозно-бумажного производства
8 Тепловые схемы мини-ТЭС
9 Энергетическое использование биомассы на основе термохимической газификации
10 Котельные агрегаты Белгородского котельного завода для сжигания биомассы
11 Перспективы развития солнечной энергетики в России
12 Перспективы развития ветроэнергетики в России
13 Перспективы использования альтернативных источников энергии в Новгородской области
14 Ветроэнергетические ресурсы в Новгородской области
15 Перспективы и способы использования древесных отходов в Новгородской области

## ПриложениеЕ
## Перечень вопросов по темам разделов модуля

Вопросы к разделу 1:
- Что такое альтернативная энергия?
- Каковы перспективы альтернативной энергетики?
- Какая доля альтернативных источников энергии в общем объеме вырабатываемой электроэнергии в мире?
- Почему альтернативную энергетику не использовали раньше?
- Кому нужна альтернативная энергия?
- Какие источники энергии относятся к возобновляемым?
- Какие факторы стимулируют причины использования возобновляемых источников энергии?
- Какие Вы знаете стадии трансформации первичных энергоресурсов?
- Что называют условным топливом?
- Какие два стратегических направления обеспечения энергетической безопасности Вы знаете?

Вопросы к разделу 2:
- Малые ГЭС.
- Гидроэнергетический потенциал Новгородской области.
- Мощность водяного потока.
- Экология малых ГЭС. ГАЭС.
- Энергия волн.
- Гидроэлектростанции какой мощности принято относить к малым ГЭС (МГЭС)?
- Какие существуют ограничения подиаметру рабочего колеса турбины и по мощности одного гидроагрегата для МГЭС?

- Какими критериями пользуются при принятии решения о строительствемалых и микроГЭС?
-Как оценивается современныйэкономический потенциал гидроэнергии в мире?
- Охарактеризуйте конструкцию и принцип работы наплавныхмикроГЭС.

Вопросы к разделу 3:
- Солнечное излучение и его характеристики.
- Области солнечного спектра.
- Нагревание воды солнечным излучением.
- Типы солнечных нагревателей.
- Солнечная энергия для охлаждения воздуха.
- Оценка солнечной энергии
- Применение солнечной энергии для отопления и горячего водоснабжения
- Нагревание теплоносителя солнечным излучением
- Коэффициент полезного действия солнечного коллектора
- Концентраторы солнечной энергии

Вопросы к разделу 4:
- Ветер и его характеристики.
- Сила ветра.
- Определение средней скорости ветра.
- Классификация ветроустановок.
- Режимы работы ветроколеса.
- Ветроэнергетический кадастр
- Диапазон рабочих скоростей ВЭУ
- Работа ветродвигателя с горизонтальной осью вращения
- Режимы работы ветроколеса с горизонтальной осью вращения
- Взаимодействие лопасти ветроколеса с потоком

Вопросы к разделу 5:
- Геотермальная энергия и ее свойства.
- Строение Земли.
- Классификация геотермальных районов.
- Экологические проблемы строительства ГеоТЭС.
- Оценка мощности ГеоТЭС.
- Петротермальные ресурсы
- Классификация гидротермальных источников по температуре.
- Использование геотермальных вод
- В пластах содержится вода, имеющая температуру ниже 100°С
- Проблемы геотермальной энергетики

Вопросы к разделу 6:
- Энергия волн. Характеристики волнового движения.
- Мощность волнового движения.
- Скорость перемещения волны.
- Устройства для преобразования энергии волн.
- Колеблющийся водяной столб.
- В чем состоит принцип работы волновой электростанции?
- Классификациия конструкций волновых преобразователей, основанная на использованиифизических факторов.
- Преобразователи с качающимися элементами.
- Точечные преобразователи.

- Гидропневматические преобразователи.

Вопросы к разделу 7:
- Какой перепад уровней между отливом и приливом считается достаточным для хорошей работы приливной электростанции?
- Достоинства и недостатки ПЭС?
- Как изменяется средняя величина приливной энергии от сезона к сезону?
- Какие экологические преимущества ПЭС?
- В каких случаях ПЭСможет использоваться в энергосистеме как пиковая электростанция?
- Каковы причины возникновения приливов?
- Лунные и солнечные приливы.
- Периоды колебаний уровня воды.
- Технико-экономические и экологические проблемы ПЭС.
- Охарактеризуйте опыт эксплуатации ПЭС в России.

Вопросы к разделу 8:
- Классификация вторичных энергетических ресурсов.
-Горючие ВЭР нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.
- Что называют низкопотенциальными тепловыми отходами?
- Какие отрасли народного хозяйства располагают значительным резервом топливных и тепловых ВЭР?
- Чем различаются теплота высокого, среднего и низкого потенциалов?
- Виды вторичных энергоресурсов и их потенциал.
- Схемы использования вторичных энергоресурсов.
- Основные принципы энергосбережния.
- Что такое горючие ВЭР?
- Что называют ВЭР избыточного давления?
- Что называюттепловыми ВЭР?

Вопросы к разделу 9:
- Что означает термин "биомасса"?
- Возможные направления использования растительной биомассы.
- Что такое багасса?
- Чем различаются процессы пиролиза и газификации биомассы?
- Какие процессы используются для получения твердых, жидких и газообразных топлив из биомассы?
- Перспективы использования торфа и древесной биомассы в Новгородской области.
- Технологии сжигания композитного топлива на базеторфяного геля.
- Использование древесного материала как исходного сырья для газификации с последующим использованием газа в тепловых двигателях.
- Условия, способствующие энергетическому использованию растительной биомассы.
- Составные компоненты жидкого композитного топлива.