

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

22.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б.1.2.7 Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии**

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки  
(специальность)

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация выпускника

Бакалавр

*(бакалавр/магистр/специалист)*

Направленность

Промышленная теплоэнергетика

Курс 3  
Семестр 6

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	108 / 3	часов/зачетных единиц
Лекции	16	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	32	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	48	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	60	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	6	семестр

                      
(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Программу составили:

заведующий кафедрой с ученой степенью кандидата наук	ЭП	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра "Энергообеспечение предприятий"

25.01.2023	протокол №	5
(дата)		

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)  
кафедрой(ами).

СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит  
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Фадеев Александр Алерьевич, Технический директор-главный инженер  
Йошкар-Олинской ТЭЦ-2 Филиала Марий Эл и Чувашия ПАО "Т Плюс"

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 01.03.2023 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /И.Р. Валиева/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-3 Готов к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению по ОПД	ПК - 3.1 Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности	<b>знания:</b> Знает нормативы по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности <b>умения:</b> Умеет использовать нормативы по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности <b>навыки:</b> Обладает навыками по использованию нормативы по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности
	ПК - 3.2 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности	<b>знания:</b> Знает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности <b>умения:</b> Умеет организовывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности <b>навыки:</b> Обладает навыками организации мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Котельные установки и парогенераторы (ПК-3), Технологические энергоносители предприятий (ПК-3), Энергетические обследования предприятий и энергетический менеджмент (ПК-3), Энергетический паспорт предприятия (ПК-3)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии (ПК-3), Электроснабжение предприятий и электрооборудование (ПК-3), Экономика энергетического предприятия (ПК-3), Электроснабжение предприятий (ПК-3)

## Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция, лекция с элементами мозгового штурма

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Основные понятия и определения.</b>	<b>10</b>	ПК-3
Лекция. Энергия, ее источники и классификация.	2	
Практическое занятие. Энергия, ее источники и классификация.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Энергия, ее источники и классификация.	6	
<b>Солнечная энергетика.</b>	<b>12</b>	ПК-3
Лекция. Солнечное излучение. Влияние земной атмосферы на солнечное излучение.	2	
Практическое занятие. Биологические и химические способы использования солнечной энергии.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Солнечное излучение. Влияние земной атмосферы на солнечное излучение.	6	
<b>Биоэнергетика.</b>	<b>14</b>	ПК-3
Лекция. Биотопливо и его источники. Характеристика топлива.	2	
Практическое занятие. Термохимические способы переработки биотоплива.	4	
Практическое занятие. Анаэробная переработка биотоплива.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Биотопливо и его источники. Характеристика топлива.	6	
<b>Гидроэнергетика.</b>	<b>16</b>	ПК-3
Лекция. Гидроэнергетические ресурсы РФ. Режимы работы и принципиальные схемы малых ГЭС.	2	
Практическое занятие. Активные гидротурбины.	4	
Практическое занятие. Реактивные гидротурбины.	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Гидроэнергетические ресурсы РФ. Режимы работы и принципиальные схемы малых ГЭС.	6	
<b>Ветроэнергетика.</b>	<b>14</b>	ПК-3
Лекция. Происхождение ветра. Потенциал энергии ветра в РФ.	2	
Практическое занятие. Структурная схема лопастной ветроэлектрической установки и ее основные технические параметры.	4	
Практическое занятие. Эффект Магнуса.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Происхождение ветра. Потенциал энергии ветра в РФ.	6	
<b>Геотермальная энергетика.</b>	<b>12</b>	ПК-3
Лекция. Тепловой режим земной коры. Использование тепла горячих земляных пластов.	2	
Практическое занятие. Тепловая труба.	2	
Практическое занятие. Способы регулирования теплопередачи.	2	

Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Тепловой режим земной коры. Использование тепла горячих земляных пластов.	6	
<b>Энергия электрического поля Земли.</b>	<b>11</b>	ПК-3
Лекция. Характеристики электрического поля Земли.	1	
Практическое занятие. Технология использования электрического поля Земли.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Технология использования электрического поля Земли.	8	
<b>Аккумуляирование энергии.</b>	<b>12</b>	ПК-3
Лекция. Цель аккумуляирования энергии. Энергетический баланс аккумулятора.	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Цель аккумуляирования энергии. Энергетический баланс аккумулятора.	10	
<b>Экологические проблемы использования возобновляемых источников энергии.</b>	<b>7</b>	ПК-3
Лекция. Последствия развития различных видов энергетики.	1	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Последствия развития различных видов энергетики.	6	
Иная контактная работа: дифференцированный зачет (БРК), консультации	0	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности.

**Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом практического занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющихся в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Сибикин, Юрий Дмитриевич. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учеб. пособие / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. М.: Кнорус, 2010. - 227, [1] с. ISBN 978-5-406-00278-0. Экземпляры: всего 14.	14
2.	Баскаков, Альберт Павлович. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : учебник : [для студентов вузов по направлению подготовки 140100 "Теплоэнергетика и теплотехника"] / А. П. Баскаков, В. А. Мунц. Москва: БАСТЕТ, 2013. - 365, [1] с. ISBN 978-5-903178-33-9. Экземпляры: всего 34.	34
3.	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : методические указания для выполнения контрольной работы : [по специальности 140104.65 "Промышленная теплоэнергетика" и направлениям подготовки 140100.62, 140100.68 "Теплоэнергетика и теплотехника"] / М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Поволж. гос. технол. ун-т"; [сост. А. А. Медяков]. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2014. - 19 с. Экземпляры: всего 31.	31 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Mediakov_netradicionnie_vozobnovliaemie_istochniki_energii_2014.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Mediakov_netradicionnie_vozobnovliaemie_istochniki_energii_2014.pdf</a>
4.	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Текст] : [сборник заданий к выполнению самостоятельной работы по направлениям подготовки бакалавров (13.03.01) и магистров (13.04.01) "Теплоэнергетика и теплотехника"] / М-во образования и науки Рос. федерации, ФГБОУ ВО "Поволж. гос. технол. ун-т"; [сост. А. А. Медяков]. Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. - 36 с. Экземпляры: всего 21.	21
5.	Круглов, Г. А. Теплотехника [Текст] : учебное пособие / Круглов Г. А., Булгакова Р. И., Круглова Е. С. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 208 с. ISBN 978-5-507-45269-9.	<a href="https://e.lanbook.com/book/263066">https://e.lanbook.com/book/263066</a>
6.	Круглов, Г. А. Теплотехника. Практический курс [Электронный ресурс] / Круглов Г. А., Булгакова Р. И., Круглова Е. С., Андреева М. В. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 192 с. ISBN 978-5-8114-2575-4.	<a href="https://e.lanbook.com/book/247577">https://e.lanbook.com/book/247577</a>
<b>ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ</b>		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	<a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>
<b>ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ</b>		
1.	Справочно-правовая система Консультант+	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>

2.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	<a href="http://www.cntd.ru">http://www.cntd.ru</a>
----	--	---

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	125 (I)	Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный	отлично

материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения
--

#### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

#### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

## Задача №1

На солнечной

электростанции

башенного типа

установлено  $n=263$

гелиостатов, каждый из



которых имеет  
поверхность  $F$

$\Gamma$

$=58 \text{ м}$

$2$

. Гелиостаты

отражают солнечные лучи

на приемник, на

поверхности которого

зарегистрирована

максимальная

энергетическая

освещенность  $H$

пр

$$= 2,5 \text{ МВт/м}$$

Г

•

Коэффициент отражения  
гелиостата R

Г

=0,8. коэффициент  
поглощения приемника

A

пр

=0,95. Максимальная  
облученность зеркала  
гелиостата H

Г

$$=600 \text{ Вт/м}$$

Г

•

Определить площадь  
поверхности приемника  $F$

пр

и тепловые потери в нем,  
вызванные излучением и  
конвекцией, если рабочая  
температура  
теплоносителя со-  
ставляет  $t=660^\circ\text{C}$ .  
Степень черноты

приемника  $\epsilon$

пр

$=0,95$ . Конвективные

потери

вдвое меньше потерь от  
излучения.

Дано:  $n=263$

$F$

$\Gamma$

$=58$  м

2

$H$

пр

$=2,5$  МВт/м

Г

R

Г

=0,8

A

пр

=0,95

H

Г

=600 ВТ/М

Г

t=660 °C

e

пр

$=0,95$

Найти:  $F$

пр

,  $q$

луч

- ?

Задача №2

Решение:

Энергия, полученная  
приемником от солнца  
через

гелиостаты (Вт), может  
быть определена по

уравнению:

$$Q = R$$

Г

$$\cdot A$$

пр

$$\cdot F$$

Г

Н

Г

$$\cdot \Pi =$$

$$0,8 \cdot 0,95 \cdot 58 \cdot 600 \cdot 263 = 6955$$

$$824 \text{ Вт}$$

где Н

Г

- облученность зеркала  
гелиостата в Вт/м

2

F

Г

- площадь поверхности  
гелиостата, м

2

;

П - количество  
гелиостатов;

R

Г

- коэффициент отражения



зеркала концентратора,

$A$

пр

- коэффициент  
поглощения приемника.

Площадь поверхности  
приемника может быть  
определена, если известна  
энер-

гетическая освещенность  
на нем  $H$

пр

$\text{Вт/м}$

г

,

F

пр

=Q/H

пр

=6955824/2500000=2,782

M

2

В общем случае

температура на

поверхности приемника

может достигать t

пов

=

1160 К, что позволяет  
нагреть теплоноситель до  
700

о

С. Потери тепла за счет  
излучения в  
теплоприемнике можно  
вычислить по закону  
Стефана-Больцмана:

q

луч

= ε

пр

·С

o

·(T/100)

4

=0,95·5,67·

4

100

273660

?

?

?

?

?

?

?

=4,08·10

4

$\text{Вт/м}$

$2$

где  $T$  - абсолютная  
температура  
теплоносителя,  $K$ ;

$\epsilon$

пр

- степень черноты серого  
тела приемника;

$C$

$\sigma$

- коэффициент излучения  
абсолютно черного тела,

$\text{Вт} / (\text{м}$

2

·K

4

)

2

4

4

4

1012,6

2

1008,4

1008,4

2

M

B<sub>T</sub>

q

qqqq

луч

лучконлучпол

??

?

???????

44

1002,17782,21012,6 ????????

прполпол

FqQ

Вт

Ответ: Площадь

поверхности приемника F

пр

$=2,782 \text{ м}$

2

, тепловые потери,

вызванные

излучением и конвекцией

4

1002,17 ??

пол

Q

Вт

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Энергия, ее источники и классификация.
2. Солнечное излучение. Влияние земной атмосферы на солнечное излучение.
3. Биологические и химические способы использования солнечной энергии.
4. Биотопливо и его источники. Характеристика топлива.
5. Термохимические способы переработки биотоплива.
6. Анаэробная переработка биотоплива.
7. Гидроэнергетические ресурсы РФ. Режимы работы и принципиальные схемы малых ГЭС.
8. Активные гидротурбины.



9. Реактивные гидротурбины.
10. Происхождение ветра. Потенциал энергии ветра в РФ.
11. Структурная схема лопастной ветроэлектрической установки и ее основные технические параметры.
12. Тепловой режим земной коры. Использование тепла горячих земляных пластов.
13. Способы регулирования теплопередачи.
14. Характеристики электрического поля Земли.
15. Технология использования электрического поля Земли.
16. Цель аккумулирования энергии. Энергетический баланс аккумулятора.
17. Последствия развития различных видов энергетики.