

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Белгородский Валерий Сидельвич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 09.10.2024 17:08:51  
Уникальный программный ключ:  
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed7ab082473

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт химических технологий и промышленной экологии  
энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и  
Кафедра безопасности

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии и технологии их  
использования в системах энергоснабжения

Уровень образования	аспирантура	
Научная специальность	2.4.6	Теоретическая и прикладная теплотехника
Направленность	Теоретическая и прикладная теплотехника	
Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения	4 года	
Форма обучения	очная	

Рабочая программа практики основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 9 от 15.03.2024 г.

Разработчики рабочей программы практики

1. профессор Л.И. Жмакин
  2. доцент Н.М. Шарпар
- Заведующий кафедрой: О.И. Седяров

### 1. Цели освоения учебной дисциплины (модуля)

В результате освоения учебной дисциплины (модуля) «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии и технологии их использования в системах энергоснабжения» обучающийся должен

- описать современное состояние нетрадиционной и возобновляемой энергетики в России и в мире, описать проблемы и перспективы ее развития;
- сформировать понимание современных методов использования альтернативных и возобновляемых источников энергии, принципов разработки и эксплуатации нетрадиционных энергетических установок, а также методологии расчета протекающих в них процессов преобразования энергии;
- демонстрировать профессиональную готовность к самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности в области альтернативной энергетики;
- применить на практике умения и навыки использования средств современных информационных и коммуникационных технологий в научно-исследовательской и педагогической деятельности.

### 2. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии и технологии их использования в системах энергоснабжения» включена в вариативную часть Блока 1 дисциплин, семестр 1.

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при освоении дисциплин предыдущего уровня образования: (магистратуры): «Альтернативные источники энергии и основные направления их использования», «Современные проблемы теплоэнергетики, теплотехники, теплотехнологий и энергосбережения», «Современные методы исследования процессов переноса теплоты».

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Таблица 1

Результат обучения	Критерии результатов обучения	Технологии формирования
Способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знать: перечислить основные проблемы в науке и высоких технологиях, особенности методов научного исследования теплоэнергетических процессов. Уметь: анализировать альтернативные варианты решения исследовательских задач и оценивать потенциальные преимущества и недостатки этих вариантов. Владеть: навыками критического анализа современных научных достижений и методологических проблем, возникающих при решении исследовательских практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	<i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i>
Способностью проектировать и	Знать: описать особенности мировоззренческих позиций и	<i>Л, ПЗ,</i>

<p>осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки</p>	<p>профессиональных навыков, основные концепции современной философии науки, стадии развития науки, основы научной картины мира.          Уметь: применять теоретические знания о закономерностях развития науки для решения практических задач специализированного научного поиска, использовать положения и категории философии науки для анализа различных явлений.          Владеть: технологиями планирования научных исследований в своей профессиональной деятельности, навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем современной науки</p>	<p><i>СР, И/ДЗ, Реф.</i></p>
<p>Готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</p>	<p>Знать: особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной формах при работе в российских и международных исследовательских коллективах.          Уметь: следовать нормам научного общения при работе в коллективе с целью решения своих профессиональных задач, нести ответственность перед коллегами и обществом.          Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при работе в научных коллективах, навыками планирования научной деятельности в коллективе, оценки ее результативности, различными видами коммуникации.</p>	<p><i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i></p>
<p>Владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;</p>	<p>Знать: основной круг проблем в своей профессиональной сфере и методы их решения, историю становления и развития научных школ, полемику и взаимодействие между ними.          Уметь: анализировать, обобщать и систематизировать передовые достижения научной мысли, выбирать наиболее эффективные методы теоретических и экспериментальных исследований.          Владеть: современными методами, инструментарием и технологиями научно-исследовательской деятельности в своей профессиональной области, навыками</p>	<p><i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i></p>

	публикации своих научных достижений.	
Владением культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно - коммуникационных технологий;	Знать: естественнонаучные теории, связанные с глобальными научными достижениями; свободно ориентироваться в различных общенаучных методах эмпирического и теоретического познания, основные базы данных и электронные библиотеки по теплоэнергетике. Уметь: применять теоретические знания о закономерностях развития науки для решения практических задач, специализированного научного поиска и для выработки своей мировоззренческой позиции; определять цель и объект исследования, формулировать проблему, выделять задачи, грамотно сформулировать гипотезу, презентовать свои разработки широкой научной аудитории. Владеть: основами философской методологии; методами конкретного научного поиска, методами математического моделирования различных процессов и явлений, навыками общения с российскими и зарубежными коллегами и авторитетными научными центрами.	<i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i>
Способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно - исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности;	Знать: актуальные проблемы и тенденции развития теплоэнергетики и теплотехники, основные источники и методы поиска информации, необходимой в исследованиях Уметь: разрабатывать разделы своей научной работы в соответствии с выбранным методическим подходом, вести их конструктивное обсуждение. Владеть: методами прикладных научных исследований в теплоэнергетике, методами патентного поиска, навыками проведения экспертизы полученных результатов, навыками подготовки аналитических обзоров.	<i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i>
Владением современными теоретическими и экспериментальными методами исследования	Знать: теоретические основания, экспериментальные методы, актуальные проблемы и тенденции исследований процессов теплообмена в оборудовании	<i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i>

<p>процессов тепломассообмена в промышленных теплоэнергетических установках и системах;</p>	<p>промышленной и альтернативной тэнергетики. Уметь: применять теоретические положения и экспериментальную технику при исследованиях тепломассообменных процессов Владеть: навыками анализа и синтеза передовых научных достижений в области теплообмена на базе целостного системного научного мировоззрения.</p>	
<p>Готовностью освоить и применять на практике новые методы расчета и математического моделирования теплотехнологического оборудования предприятий, включая оптимизацию его тепловых схем и параметров теплоносителей;</p>	<p>Знать: результаты современных исследований теплотехнического оборудования, опубликованные в ведущих научных журналах и монографиях, существующие междисциплинарные связи и возможности исследований на стыке наук. Уметь: создавать собственные аналитические модели и применять их к решению конкретных задач теплоэнергетики и теплофизики. Владеть: навыками математического моделирования и оптимизации тепловых процессов в теплоэнергетическом оборудовании, навыками использования прикладных компьютерных программ.</p>	<p><i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i></p>
<p>Готовностью к разработке инновационных теплоиспользующих и теплопередающих установок, обладающих улучшенными технико - экономическими и эксплуатационными характеристиками;</p>	<p>Знать: методы и средства проектирования теплотехнологических процессов, перспективы развития энергетики на альтернативных и возобновляемых ресурсах, методы интенсификации тепломассообмена. Уметь: проводить расчеты и термодинамический анализ эффективности тепловых процессов, циклов и установок, систематизировать и обобщать информацию по технико - экономическим и эксплуатационным характеристикам оборудования Владеть: навыками разработки новых теплообменных аппаратов и термотрансформаторов, методами принятия решений по применению инновационных мероприятий и оборудования в теплоэнергетических системах.</p>	<p><i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i></p>

<p>Способностью разрабатывать теоретические основы и методы энергосбережения в теплотехнологических установках и тепловых сетях и связанные с ними вопросы экономии ресурсов и защиты окружающей среды;</p>	<p>Знать: описать динамику энергопотребления в России и в мире, назвать термодинамические, натуральные и экономические показатели оценки энергоэффективности и особенности их применения в теплоэнергетике и тепловых технологиях.          Уметь: оценить составляющие энергетических балансов предприятий и описать методику составления энергетического паспорта объекта.          Владеть: дать оценку методам энергосбережения при производстве тепловой энергии в котельных и на ТЭЦ. Оценить особенности энергосбережения в системах транспортировки и распределения тепловой энергии, а также в теплоиспользующих технологиях.</p>	<p><i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i></p>
<p>Готовностью к разработке инновационных методов преобразования различных видов энергии в теплоту с целью экономии энергоресурсов и улучшения качества технологической продукции предприятий.</p>	<p>Знать: перечислить общие принципы энергосбережения в инженерных системах зданий и сооружений, особенности использования для этих целей вторичных энергоресурсов и возобновляемых источников энергии.          Уметь: оценить выработку теплоты и холода в теплонасосных установках и установках солнечной и геотермальной энергетики, соотнести преимущества и недостатки автономных источников теплоснабжения.          Владеть: навыками оптимального распределения тепловой нагрузки между котлоагрегатами, сравнить различные способы повышения КПД электростанций паротурбинного и газотурбинного циклов, оценить потери тепловой энергии в тепловых сетях и сетевых сооружениях.</p>	<p><i>Л, ПЗ, СР, И/ДЗ, Реф.</i></p>

#### 4. Объем и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем дисциплины

Таблица 2

Показатель объема дисциплины	Трудоемкость
Объем дисциплины в зачетных единицах	1
Объем дисциплины в часах	32
Лекции (ч)	
Практические занятия (семинары) (ч)	
Самостоятельная работа (ч)	
Контроль	32
Форма контроля (зач./экз.)	ЭКЗ

## 5. Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Содержание самостоятельной работы	Трудоемкость в часах
1	Возобновляемые источники энергии, их запасы и динамика потребления. Использование солнечной энергии; типы коллекторов; принципы их действия и методы расчетов.	Подготовка к коллоквиуму и контрольной работе по разделу 1	10
2	Ветроэнергетические установки; расчет идеальной и реальной ветроустановки; типы ветроэнергетических установок. Принципы использования энергии океана. Малые ГЭС, перспективы освоения гидроресурсов малых рек РФ. Использование энергии биомассы.	Подготовка к коллоквиуму и контрольной работе по разделу 2	5
3	Геотермальные источники энергии; методы и способы использования геотермального тепла для выработки электроэнергии и в системах теплоснабжения	Подготовка индивидуального домашнего задания	5
4	Методы прямого преобразования тепловой энергии в электрическую.	Подготовка к коллоквиуму и контрольной работе по разделу 4	5
5	Перспективные энергетические технологии и проблемы аккумулирования и транспорта энергии	Написание реферата, Подготовка к коллоквиуму по разделу 5	5
		подготовка к экзамену	2
<b>ВСЕГО часов в семестре:</b>			<b>32</b>

## 6. Образовательные технологии

При освоении дисциплины «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии и технологии их использования в системах энергоснабжения» используются следующие образовательные технологии:

- коллоквиум;
- контрольная работа
- индивидуальное домашнее задание
- реферат

## 7. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

**7.1 Примерная тематика курсовых проектов (работ) – не предусмотрены.**

**7.2 Примеры используемых оценочных средств для текущего контроля**

### Вопросы к коллоквиуму по разделу 1

- Назовите основные виды возобновляемых энергоресурсов;
- Каковы важнейшие характеристики солнечного излучения и направления его использования?
- Как классифицируют системы солнечного теплоснабжения и каковы их элементы?
- Дайте определение оптического КПД коллектора, коэффициента отвода тепла из него, полного коэффициента потерь и равновесной температуры.
- Из каких составляющих складывается полный коэффициент потерь тепла в плоском солнечном коллекторе, как их можно рассчитать?
- Назовите методы снижения потерь тепла в плоском солнечном коллекторе, сравните их эффективность.
- Какими методами рассчитывают активные системы солнечного теплоснабжения?
- Сопоставьте эффективность одно- и двухконтурных систем солнечного нагрева теплоносителей. В каких случаях они применяются?
- Какие аккумуляторы теплоты применяются в системах солнечного теплоснабжения? Каковы их конструктивные особенности?
- Каковы принципы работы пассивных систем солнечного теплоснабжения и их основные типы?
- Назовите типы концентрирующих солнечных коллекторов, нарисуйте их схемы и приведите основные характеристики.
- Какие промышленные технологии наиболее подготовлены для использования систем солнечного теплоснабжения?

### Задачи к контрольной работе по разделу 1

- Чему равна площадь и КПД плоского солнечного коллектора, если в него поступает вода с расходом 55 л/час и температурой 35 °С, нагреваясь при этом на 4°С? Расчет провести при следующем наборе исходных данных:  $E_s = 650 \text{ Вт/м}^2$ ,  $\eta_0 = 0,78$ ,  $U_L = 8,5 \text{ Вт/м}^2 \text{ град}$ ,  $t_0 = 24^\circ\text{C}$ , а эффективность гелиопанели  $F' = 0,92$ .
- Рассчитать равновесную температуру гелиопанели плоского солнечного коллектора при следующих условиях: -  $E_s = 780 \text{ Вт/м}^2$ ,  $\eta_0 = 0,74$ ,  $t_0 = 22^\circ\text{C}$  и  $U_L = 7,9 \text{ Вт/м}^2 \text{ град}$ . Как изменится эта температура, если при модернизации данного коллектора его полный коэффициент потерь снизили до  $6,2 \text{ Вт/м}^2 \text{ град}$ ?
- В ходе экспериментов через затененный солнечный коллектор ( $F_K = 0,8 \text{ м}^2$ ,  $F_R = 0,87$ ) прокачивается предварительно нагретая вода с температурой 55 °С. Расход воды 40

л/час, а ее температура на выходе составляет  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Чему равно опытное значение полного коэффициента потерь такого коллектора, если температура наружного воздуха равна  $20^{\circ}$ ?

- Два плоских солнечных коллектора с одинаковыми параметрами  $F_K=1,2\text{ м}^2$ ,  $F_R=0,85$ ,  $\eta_0=0,76$  и  $U_L=7,2\text{ Вт/м}^2\text{ град}$  включены последовательно. Расход воды составляет 65 л/час, ее температура на входе в первый коллектор равна температуре наружного воздуха ( $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Найти температуру воды на выходе из 1-го и 2-го коллекторов и их КПД, если интенсивность суммарной солнечной радиации составляет  $E=810\text{ Вт/м}^2$ .
- В плоском солнечном коллекторе течет вода с расходом 45 л/час. Ее температура на входе равна  $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а после коллектора она нагревается на  $3,5$  градуса. Найти площадь и КПД этого коллектора при следующем наборе исходных данных:  $E_S=660\text{ Вт/м}^2$ ,  $\eta_0=0,72$ ,  $U_L=8,8\text{ Вт/м}^2\text{ град}$ ,  $t_0=17\text{ }^{\circ}\text{C}$  и эффективность гелиопанели  $F'=0,93$ .
- Солнечный коллектор с фокальным концентратором имеет площадь апертуры  $1,5\text{ м}^2$  и коэффициент концентрации излучения  $K=2,4$ . Считая его оптический КПД равным  $\eta_0=0,85$ , а коэффициент потерь  $U_L=14\text{ Вт/м}^2\text{ град}$ , определить равновесную температуру поглотителя, если  $E_S=780\text{ Вт/м}^2$  и  $t_0=24\text{ }^{\circ}\text{C}$ . На сколько нагреется вода, прокачиваемая через этот коллектор с расходом 60 кг/час, если он работает при среднем КПД 35%?

### **Вопросы к коллоквиуму по разделу 2**

- Как распределены гидроэнергетические ресурсы в России и какова степень их освоения?
- Каковы физические принципы и основные схемы использования гидроэнергии?
- От каких факторов зависит мощность гидроэлектростанции? Какова мощность крупнейших отечественных ГЭС?
- Дайте описание особенностей и режимов работы приливных и гидроаккумулирующих электростанций. Когда возникает необходимость строительства ГАЭС?
- Назовите особенности морских волн как источника энергии и принципы отбора этой энергии. Последнее поясните на схемах.
- Дайте классификацию волновых энергетических установок.
- Как зависит удельная мощность ветрового потока от его скорости?
- По каким признакам классифицируют ветроэнергетические установки? Из каких элементов они состоят?
- Какие силы действуют на лопасть ветроколеса при его обтекании воздушным потоком?
- Что такое коэффициент использования энергии ветра? Каково его предельное значение?
- Дайте краткую характеристику отечественных ветроэлектростанций.
- Какие воздействия оказывают ветроустановки на окружающую среду?

### **Задачи к контрольной работе по разделу 2**

- Какова емкость водохранилищ гидроаккумулирующей электростанции, предназначенной для покрытия пиковой мощности 350 МВт в течение пяти часов? Перепад высот между водохранилищами составляет 100 м, а средний КПД гидротурбины равен 83%. Чему равно сечение водоводов, если скорость движения воды в них 9 м/с?
- В каких пределах будет изменяться мощность ветроустановки с рабочим колесом пропеллерного типа диаметром 42 м, если скорость ветра меняется от 5 м/с до 18

м/с, а температура воздушного потока  $+15^{\circ}\text{C}$ ? Коэффициент использования энергии ветра принять равным 0,44.

- Найти удельную мощность ветрового потока при температуре  $10^{\circ}\text{C}$ , движущегося со скоростью 6 м/с. Как изменится её величина, если скорость ветра возрастет до 22 м/с?
- Плотина гидроэлектростанции обеспечивает напор воды на турбине 50 м. Какой должен быть расход воды через гидротурбину, чтобы её мощность составляла 250 МВт? КПД гидротурбины принять равным 95%. Каким должен быть диаметр водовода при скорости воды нем 9,5 м/с?
- Найти мощность пропеллерного ветроколеса диаметром 6 м, если скорость ветра равна 9 м/с, температура воздуха  $+2^{\circ}\text{C}$ , а коэффициент преобразования энергии ветра 0,38. Сколько оборотов в минуту будет совершать это колесо, если коэффициент его быстроходности равен 4,5?
- Через гидротурбину микроГЭС проходит вода с расходом 450 л/сек. При каких напорах данная турбина будет иметь мощность 10 кВт и 30 кВт? КПД гидротурбины принять равным 89%. Чему равен диаметр водовода, если скорость воды в нем 6 м/с?
- Расход воды через гидротурбину равен  $5,8 \text{ м}^3/\text{с}$ , а ее КПД – 0,91. При каком напоре на плотине мощность турбины составит 2 МВт? Какова должна быть площадь зеркала водохранилища, чтобы при работе станции уровень воды в нем падал не более, чем на 7 см в час? (вкладом речного стока пренебречь).

### Тематика индивидуального домашнего задания в разделе 3

1) Для одноконтурной солнечной установки, предназначенной для приготовления горячей воды ( $V \text{ м}^3/\text{сутки}$ ) с температурой  $t_{гв}$  определить:

- требуемую площадь коллекторной системы;
- суточную динамику разогрева установки, ее КПД и выработку тепла.

П. 1 задания выполнить с использованием  $f$  – метода, исходя из условия, что среднемесячный коэффициент замещения нагрузки потребителя (для типичного летнего месяца) должен быть близок к 1.

П. 2 задания предполагает численное интегрирование дифференциального уравнения энергии, записанного для установки, работающей в режиме аккумуляции теплоты. После получения зависимости температуры от времени нужно найти КПД установки и ее суточную теплопроизводительность.

Исходные данные:

Характеристики коллектора -  $F_R$ ,  $U_L$  (Вт/м<sup>2</sup>гр),  $\eta_0$ ;

Закон изменения солнечной радиации  $E_S = E_0 \sin \left[ \pi \frac{\tau - \tau_H}{\tau_K - \tau_H} \right]$  (Вт/м<sup>2</sup>), где

$\tau_H$  и  $\tau_K$  (час) – время начала и окончания работы установки.

При расчете потерь тепла с поверхности аккумулятора принять  $\delta_{из}=100$  мм,  $\lambda_{из}=0,08$  Вт/м гр,  $\alpha_n=7$  Вт/м<sup>2</sup>гр. Для трубопроводов коллекторной системы (их диаметр  $d_{тр}$ )  $\delta_{из}=30$  мм,  $\lambda_{из}=0,06$  Вт/м гр,  $\alpha_n=16$  Вт/м<sup>2</sup>гр. Длину трубопроводов найти из условия: 1,6 м на каждый 1 м<sup>2</sup> коллекторной системы установки. Поверхность аккумулятора определить по его заданному объёму, считая форму бака кубической.

2) Геотермальная установка работает на пароводяной смеси (ПВС) по схеме с одноступенчатым расширением. Известны расход ПВС из скважины ( $D_{ПВС}$ ), ее давление и степень сухости ( $R_{ПВС}$ ,  $X_{ПВС}$ ), давление в сепараторе ( $P_c$ ) и давление в конденсаторе ( $P_k$ ) турбины. Для сетевого подогревателя (СП) заданы температуры сетевой воды ( $t_{гв}$  и  $t_{хв}$ ), а также температура термальной воды, поступающей в скважину обратной закачки ( $t_{обр}$ ).

Пренебрегая потерями теплоты в сепараторе и теплообменниках, определить:

- Расход пара на турбину и термальной воды на сетевой подогреватель;
- Мощность турбоустановки при заданном внутреннем относительном КПД  $\eta_{oi}$ ;
- Диаметр подводящего паропровода турбины при скорости пара в нем 50 м/с и удельный расход пара в турбине (кг/кВтч);
- Мощность и поверхность нагрева СП (коэффициентом теплопередачи задаться);
- Расход охлаждающей воды в конденсаторе турбины при заданных значениях ее температур ( $t_{ex}=t_{xв}$  и  $t_{вых}=t_S - 5^\circ C$ );
- Диаметр горловины конденсатора при скорости пара в ней 80 м/с;
- Построить процесс расширения пара в H-S диаграмме;
- Рассчитать КПД установки при ее работе в конденсационном и теплофикационном режимах.

*В каждом ИДЗ предусмотрено 20 вариантов исходных данных.*

#### **Вопросы к коллоквиуму по разделу 4**

- Какие физические явления лежат в основе работы термоэлектрических и термоэмиссионных преобразователей тепловой энергии в электрическую?
- Что является термодинамическим рабочим телом в ТЭГ и ТЭП?
- Назовите области применения термоэлектрических и термоэмиссионных преобразователей. Дайте числовые оценки их массогабаритных и мощностных параметров.
- Объясните механизм внутреннего фотоэффекта в полупроводниковых фотопреобразователях.
- Каковы источники необратимых потерь энергии в фотоэлектрических преобразователях?
- Какие материалы используются в фотопреобразователях?
- Назовите области применения ФЭП, какие КПД достигнуты в этих преобразователях?
- Опишите схему МГД-преобразователя энергии открытого цикла и её основные элементы.
- Что представляет собой рабочее тело МГД-генератора? Как обеспечивается его необходимая электропроводность?

#### **Задачи к контрольной работе по разделу 4**

- Изобразите цикл МГД - генератора в T-S координатах. Какие процессы протекают в МГД – канале?
- Определить КПД прямого преобразования тепловой энергии в электрическую в термоэлектродгенераторе при следующих условиях:  $\alpha=480$  мкВ/град;  $\lambda_1 \approx \lambda_2 = 2,7$  Вт/м град;  $\rho_1 \approx \rho_2 = 1,5 \cdot 10^{-5}$  ом м. Найти мощность такого устройства, если толщина электрогенерирующей стенки 15 мм, а температуры на ее горячей и холодной поверхностях составляют 220 и 50°C, соответственно
- Нарисуйте и объясните принципиальные схемы ТЭГ и ТЭП и их вольтамперные характеристики.
- Что такое коэффициент термоэлектрической добротности? От каких факторов он зависит?
- Чему равны максимальные КПД ТЭГ и ТЭП? Как влияют на КПД необратимые процессы в этих преобразователях?
- Нарисуйте схему ФЭП и его вольтамперную характеристику.

### **Тематика рефератов по разделу 5.**

- Основные положения и перспективы развития водородной энергетики
- Промышленные технологии получения и хранения водорода
- Синтетические моторные топлива и возможности их получения из угля
- Характеристики и области применения топливных элементов в автономной энергетике
- Перспективы использования термоядерной энергии
- Методы аккумулирования энергии и их сравнительный анализ

### **Вопросы к коллоквиуму по разделу 5**

- В чем состоят достоинства и недостатки водорода как энергоносителя?
- Перечислите основных потребителей водорода в энергетике и промышленности.
- Нарисуйте схему топливного элемента, объясните принцип его работы.
- Каковы рабочая температура, плотность тока и КПД современных топливных элементов и электрохимических генераторов?
- Какие вещества могут рассматриваться в качестве синтетических моторных топлив? Что является сырьем для их получения?
- Изложите концепцию энергоснабжения Земли из Космоса (солнечные энергетические спутники и лунные энергосистемы).
- Какие аккумуляторы энергии перспективны для транспортных энергетических установок? Назовите их удельные характеристики.
- Что представляют собой аккумуляторы тепловой энергии? Где они находят применение?
- Какие характеристики тепловых аккумуляторов определяют эффективность и длительность хранения теплоты?
- Назовите теплоаккумулирующие вещества. Чем определяется их выбор?
- Назовите основные способы транспортирования энергии и сопоставьте их эффективность. Какие требования предъявляются к системам транспортирования энергии?

Полный комплект оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе.

### **7.3 Примеры используемых оценочных средств для промежуточной аттестации (вопросы экзаменационных билетов)**

1. Анализ конструкций и особенностей работы солнечных коллекторов.
2. Классификация и принципы работы систем солнечного теплоснабжения. Анализ их элементов и возможных областей применения.
3. Анализ особенностей работы систем солнечного охлаждения. Области их применения и технико-экономические показатели.
4. Методы расчета мгновенных и долговременных характеристик активных систем солнечного теплоснабжения.

5. Анализ принципов работы пассивных систем солнечного теплоснабжения. Варианты их конструктивного оформления.
6. Фотоэлектрическое преобразование солнечной энергии и его перспективы.
7. Солнечные электростанции (термодинамические и фотоэлектрические).
8. Классификация геотермальных ресурсов и основные пути их использования. Схемы систем геотермального теплоснабжения.
9. Геотермальные электростанции: тепловые схемы и технико-экономические характеристики
10. Анализ основных источников биомассы, их классификация, характеристика и технологии использования.
11. Фотосинтез как источник биомассы. Методы конверсии биомассы в жидкое и газообразное топливо.
12. Анализ биогазовых технологий и их экологические преимущества.
13. Основы водородной энергетики; достоинства и недостатки водорода как энергоносителя; методы получения, хранения и транспортирования водорода.
14. Термоэлектрическое преобразование энергии; режимы работы и эффективность термоэлектрических генераторов.
15. Методы расчета термоэлектрических генераторов.
16. Схемы топливных элементов и принципы их работы. Области применения топливных элементов и их технико-экономические показатели.
17. Анализ приливной энергетики. Характеристики приливных электростанций.
18. Физические принципы и установки для преобразования энергии морских волн в электрическую.
19. Основы ветроэнергетики; схемы и типы ветроколес, регулирование их оборотов.
20. Методы аэродинамического расчета ветроэнергетических установок.

Полный комплект оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины (модуля)

### 8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 5

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, ....)	Издательство	Год издания
1	2	3	4	5	6
<b>Основная литература</b>					
1	Жмакин Л.И., Шарпар Н.М.	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии	Учебное пособие	М.: РГУ им. А.Н.Косыгина	2017
2	А.В. Луканин	Инженерная биотехнология: процессы и аппараты микробиологических производств	Учебное пособие	М.: ИНФРА-М	2018
3	С.Н. Кузьмин, В.И.	Нетрадиционные источники энергии: биоэнергетика	Учебное пособие	М.: ИНФРА-М	2018

	Ляшков, Ю.С. Кузьмина				
4	А.Б. Левин, Ю.П. Семенов, В.Г. Малинин	Энергетическое использование древесной биомассы	Учебник	М.: ИНФРА- М	2017
5	Денчев К.	Парадигма энергетической безопасности	Учебное пособие	М.:НИЦ ИНФРА-М	2015
<b>Дополнительная литература</b>					
1	Жмакин Л.И.	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии (конспект лекций)	Учебное пособие	М: РИО МГТУ им.А.Н.Косыгин а	2011
2	Дж.Твайдел л, А. Уэйр	Возобновляемые источники энергии	Монография	М., Энергоатомиз дат	1990
3	Бекман У., Клейн С., Даффи Дж.	Расчет систем солнечного теплоснабжения	Монография	М.: Энергоиздат	1982
4	Б. Дж. Бринкворт.	Солнечная энергия для человека	Монография	М.: МИР	1976
5	А. М. Васильев, А. П. Ландсман	Полупроводниковые фотопреобразователи	Монография	М.: Совет. радио	1971

## 8.2. Электронные издания

Таблица 6

№ п/п	Автор(ы)	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, ....)	Издательство, год издания	Адрес сайта ЭБС или др. источник а
1	2	3	4	5	6
1	Тремясов В.А., Кенден К.В	Фотоэлектрические и гидроэнергетические установки в системах автономного электроснабжения:	Монография	Красноярский СФУ, 2017	<a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
2	Арбузова Е.В., Немихин Ю.Е. Щеклеин С.Е	Энергетические установки на базе нетрадиционных и возобновляемых источников энергии	Методическ ие рекомендаци и	М.:Флинта, 2018	<a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
3	Лукутин Б.В., Муравлев	Системы электроснабжения с ветровыми и	Учебное пособие	Томск, Изд. ТПУ	<a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>

	И.О., Плотников И.А.	солнечными электростанциями			
4	Удалов С.Н.	Возобновляемые источники энергии	Учебное пособие	Новосиб.: НГТУ, 2014	<a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
5	Дж. Ола, А. Гепперт, С. Пракаш	Метанол и энергетика будущего. Когда закончатся нефть и газ [Электронный ресурс]	Учебное пособие	М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.	<a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>

### 8.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, электронных образовательных ресурсов локальных сетей РГУ им. А.Н. Косыгина, необходимых для освоения дисциплины

1. Библиотека РГУ им. А.Н. Косыгина <http://biblio.mgudt.ru/jirbis2/>.
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) «ИНФРА-М» «Znanium.com» <http://znanium.com/>.
3. Реферативная база данных «Web of Science» <http://webofknowledge.com/>.
4. Реферативная база данных «Scopus» <http://www.scopus.com/>.
5. Патентная база данных компании «QUESTEL – ORBIT» <https://www37.orbit.com/#PatentEasySearchPage>.
6. Электронные ресурсы издательства «SPRINGER NATURE» <http://www.springernature.com/gp/librarians>.
7. ООО «ИВИС» <http://dlib.eastview.com/>.
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» <http://www.elibrary.ru/>.
9. Национальная электронная библиотека («НЭБ») <http://нэб.рф/>.
10. Электронная библиотечная система издательства «Лань» [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)
11. Электронная библиотечная система издательства «Wiley» <http://onlinelibrary.wiley.com>

### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
---	---	--

<p>Аудитория №2206 - лаборатория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Комплект учебной мебели, доска меловая, учебно-лабораторные стенды. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.</p>	<p>1. Microsoft Windows Server CAL 2012 Russian OLP NL Academic Edition Device CAL, артикул R18-04335, Договор бюджетного учреждения с ЗАО «Софт Лайн Трейд» №511/2015 от 15.12.2015г.  2. DrWeb Desktop Security Suite Антивирус (за 1 лицензию в диапазоне на год) продление, артикул LBW-AC-12M-200-B1, Договор бюджетного учреждения с ЗАО «Софт Лайн Трейд» №511/2016 от 30.12.2016г  3. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition, 250-499 Node 1 year Educational Renewal License; лицензия №17EO-171228-092222-983-1666 от 28.12.2017;</p>
<p>Аудитория №2410 - лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Комплект учебной мебели, меловая доска. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины, стенды для лабораторных и натуральных испытаний солнечных коллекторов, ламповый имитатор солнечной энергии, пиранометр, измерители расхода и температуры, контроллеры, персональные компьютеры 4 шт., ноутбук.</p>	
<p>Аудитория №2409а - лаборатория (аспирантская) для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Комплект учебной мебели, специализированное оборудование: токарный станок, сверлильный станок, тиски, экспериментальные установки, аналитические весы, установки для измерения теплопроводности и теплоемкости волокнистых материалов.</p>	