МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
СТИ НИТУ «МИСИС»

Рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
СТИ НИТУ «МИСИС»
от «20» июня 2023 г.
протокол № 5

Рабочая программа дисциплины

Альтернативные и возобновляемые источники энергии

Закреплена за кафедрой **Кафедра автоматизированных и информационных систем управления**

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электропривод и автоматика

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **Очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 34

самостоятельная работа 74

Формы контроля в семестрах:

зачет 4

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	4		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Контактная работа	34	34	34	34
Сам. работа	74	74	74	74
Итого:	108	108	108	108

Год набора 2023 г.

Программу составил:
доцент каф. АИСУ,
кандидат технических наук
Петров Владислав Анатольевич

Должность,уч.ст., уч.зв ФИО полностью *подпись*

Рабочая программа дисциплины
Альтернативные и возобновляемые источники энергии
наименование

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ МИСИС:
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2023 года набора:
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,
Профиль: Электропривод и автоматика, утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСИС» 20.06.2023 г., протокол № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
Автоматизированных и информационных систем управления
наименование кафедры

Протокол от «24» мая 2023 г. № 03.

и.о. зав. кафедрой АИСУ Д.А. Полещенко
аббревиатура наименования кафедры *подпись* *И.О. Фамилия*

«24» мая 2023 г.

Руководитель ОПОП ВО
и.о. зав. кафедрой АИСУ, кандидат технических наук, доцент Д.А. Полещенко
должность, уч.ст., уч.зв. *подпись* *И.О. Фамилия*

«24» мая 2023 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ
Цель дисциплины – формирование навыков для решения эксплуатационных, технологических и проектных задач по созданию и использованию нетрадиционных и возобновляющихся источников энергии. Задачи дисциплины: изучение основных возобновляемых энергоресурсов, основных принципов их использования, конструкций и режимов работы соответствующих энергоустановок, мирового и отечественного опыта их эксплуатации, перспектив развития энергетики на нетрадиционных и возобновляемых источниках энергии.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Физика
2.1.2	Электротехника
2.1.3	Электроника
2.1.4	Моделирование процессов и систем
2.2	**Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Электроснабжение промышленных предприятий

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
УК-4: Способен: **- осуществлять поиск литературы, критически используя научные базы данных, профессиональные стандарты и регламенты, нормы безопасности и другие источники информации;** **- осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации;** **- осуществлять моделирование, анализ и экспериментальные исследования для решения проблем в профессиональной области**	
Знать:	УК-4-З1 Знать законодательные и нормативные правовые акты, методические материалы по нетрадиционным и возобновляемым источникам энергии
Уметь:	УК-4-У1 Уметь использовать компьютерные технологии для проведения экспериментальных исследований возобновляемых и нетрадиционных источников энергии
Владеть:	УК-4-В1 Владеть навыком моделирования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии с целью анализа их характеристик
УК-5: Способен демонстрировать: **- практические навыки для решения задач и реализации проектов, в области, соответствующей профилю подготовки;** **- знания требований безопасности жизнедеятельности, безопасности окружающей среды, экономические и технологические ограничения в области, соответствующей профилю подготовки;** **- знание экономических, организационных и управленческих вопросов (управление проектом, управление рисками и управление изменениями и др.)**	
Знать:	УК-5-З1 Знать основные виды источников энергии, обеспечивающие безопасность окружающей среды
Уметь:	УК-5-У1 Уметь разрабатывать системы по получению энергии без ущерба состоянию окружающей среды
Владеть:	УК-5-В1 Владеть навыком реализации проектов по экологически безопасному получению энергии
ПК-1: Способен: **рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности;** **применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования;** **оценивать техническое состояние и остаточный ресурс оборудования;** **составлять и оформлять типовую техническую документацию;** **определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности;** **обеспечивать требуемые режимы работы объектов профессиональной деятельности и заданные параметры технологического процесса;** **участвовать в выполнении ремонтов оборудования по заданной методике;** **составлять заявки на оборудование и запасные части и подготавливать техническую документацию на ремонт.**	
Знать:	ПК-1-З1 Знать методы и средства оценки технического состояния агрегатов по получению энергии из нетрадиционных и возобновляемых источников энергии
Владеть:	ПК-1-В1 Владеть навыком составления заявок на запасные части к агрегатам по получению энергии из нетрадиционных и возобновляемых источников энергии

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	**Наименование разделов и тем /вид занятия/**	**Семестр**	**Количество часов**	**Компетен-ции**	**Литература и электронные ресурсы**	**Примечание**
	Раздел 1. Современное состояние энергетических ресурсов					
1.1	Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Запасы и ресурсы источников энергии. Динамика потребления и развитие энергетического хозяйства. Проблемы использования традиционных источников энергии. Проблемы использования нетрадиционных источников энергии. /Лек/	4	2	УК-4-З1 УК-5-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1 Э1 Э2 Э3	
1.2	Место нетрадиционных источников энергии в удовлетворении энергетических потребностей человека. /Ср/	4	18	УК-5-З1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.3 Э1 Э2 Э3	
1.3	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. /Ср/	4	15	УК-4-З1 УК-5-З1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.3 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 2. Преобразование солнечной энергии в тепло.					
2.1	Энергетические характеристики солнечного излучения. Физические основы процесса преобразования энергии солнечного излучения в тепло. Солнечные коллекторы. Типы, принципы действия и методы расчета. Аккумулирование тепла. /Лек/	4	2	УК-4-З1 УК-5-З1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1 Э1 Э2 Э3	
2.2	Тепловые солнечные электростанции. Фотоэлектрическое преобразование энергии солнечного излучения. Концентраторы и системы слежения. /Лек/	4	3	УК-4-З1 УК-5-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1 Э1 Э2 Э3	
2.3	Расчет параметров солнечных электроустановок. Выбор концентраторов и систем слежения. /Пр/	4	3	УК-4-З1 УК-5-З1 УК-5-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.2 Э1 Э2 Э3	
2.4	Моделирование фотоэлектрической системы. /Лр/	4	2	УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-В1 УК-5-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Э1 Э2 Э3	

2.5	Расчет параметров автономной электростанции на фотоэлектрических преобразователях. /Лр/	4	4	УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-В1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Э1 Э2 Э3	
2.6	Расчет гелиоэнергетической установки. /Лр/	4	4	УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-В1 УК-5-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Э1 Э2 Э3	
2.7	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. Выполнение домашних заданий /Ср/	4	15	УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.3 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 3. Теория использования энергии ветра. Ветроэлектростанции.					
3.1	Запасы энергии ветра и возможности ее использования. Ветровой кадастр России. Ветроэнергетические установки. Типы и принципы работы. /Лек/	4	2	УК-4-З1 УК-5-З1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1 Л 3.2 Э1 Э2 Э3	
3.2	Теория идеального ветроколеса. Теория реального ветроколеса. /Лек/	4	2	УК-5-З1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1 Л 3.2 Э1 Э2 Э3	
3.3	Расчет системных ветроэлектростанций. Расчет автономных ветроэлектростанций. /Пр/	4	3	УК-4-З1 УК-5-З1 УК-5-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.3 Э1 Э2 Э3	
3.4	Расчет ветроэнергетической установки /Лр/	4	4	УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-В1 УК-5-У1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.3 Э1 Э2 Э3	
3.5	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. Выполнение домашних заданий /Ср/	4	15	УК-4-З1 УК-4-У1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.3 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 4. Использование энергии гидросферы и геотермальной энергии.					
4.1	Тепловой режим земной коры. Использования геотермального тепла в системах теплоснабжения и производства	4	2	УК-4-З1 УК-5-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1	

	электроэнергии. Экологические показатели геотермальных ТЭС. /Лек/				Э1 Э2 Э3	
4.2	Расчет геотермальной электростанции. Расчет энергии приливов /Пр/	4	3	УК-4-З1 УК-5-З1 УК-5-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.2 Э1 Э2 Э3	
4.3	Энергетические ресурсы океана. Энергетические установки, преобразующие энергию океана. /Лек/	4	2	УК-4-З1 УК-5-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1 Э1 Э2 Э3	
4.4	Расчет потенциала водотока для малой гидроэнергетики. /Лр/	4	3	УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-В1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.3 Э1 Э2 Э3	
4.5	Расчет гидротурбин и микроГЭС. /Пр/	4	2	УК-5-З1 УК-5-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.2 Э1 Э2 Э3	
4.6	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям. Выполнение домашних заданий /Ср/	4	15	УК-4-З1 УК-4-У1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.3 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 5. Энергетический потенциал вторичных энергоресурсов.					
5.1	Понятие и анализ вторичных энергоресурсов. Использование биомассы для получения тепловой и электрической энергии. Получение газообразного и жидкого биотоплива. Расчет параметров биогазовых установок. /Лек/	4	2	УК-4-З1 УК-5-З1 ПК-1-З1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1 Э1 Э2 Э3	
5.2	Расчет параметров биогазогенератора. /Пр/	4	3	УК-4-З1 УК-5-З1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.2 Э1 Э2 Э3	
5.3	Аккумулирование тепла. Механическое аккумулирование. Передача энергии трубопроводом. /Пр/	4	3	УК-4-З1 УК-5-З1 УК-5-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.2 Э1 Э2 Э3	
5.4	Проработка лекционного материала. Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашних заданий /Ср/	4	15	УК-4-З1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.3 Э1 Э2 Э3	

	Часы на контроль / Контроль	4	36	УК-4-З1 УК-4-У1 УК-4-В1 УК-5-З1 УК-5-У1 УК-5-В1 ПК-1-З1 ПК-1-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.3 Л 3.1 Л 3.2 Л 3.3	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену

Экзамен не предусмотрен

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине

По дисциплине предусмотрены 2 домашних задания:

1. Расчёт электроустановок на альтернативных видах энергии (УК-4-У1; УК-5-З1; УК-5-В1; ПК-1-З1)
2. Пример промышленного (или промышленно-экспериментального) использования АиВИЭ (УК-4-З1; УК-5-З1; УК-5-В1; ПК-1-В1)

Домашние задания включают в себя ряд типовых задач с индивидуальными числовыми вариантами

Пример задачи:

Определить объем биогазогенератора Vб и суточный выход биогаза Vг в установке, утилизирующей навоз от n коров, а также ее тепловую мощность N, Вт. Время цикла сбраживания при температуре t = 25 °С, τ = 14 сут; подача сухого сбраживаемого материала от одного животного идет со скоростью W = 2 кг/сут; выход биогаза из сухой массы vг = 0,24 м3/кг. Содержание метана в биогазе составляет 70 %. КПД горелочного устройства η. Плотность сухого материала, распределенного в массе биогазогенератора, ρсух ≈ 50 кг/м3. Теплота сгорания метана при нормальных физических условиях Q р = 28 МДж/м3.

Пример задания №2:

Подготовить доклад о примере промышленного (или промышленно-экспериментального) использования АиВИЭ, включающий в себя:

а) Используемую технологию
б) Технико-экономическое обоснование
в) Конструкцию
г) Установленную мощность
д) Экологические последствия использования
е) Выводы

Доклад должен состоять из реферативной части и выступления-презентации 15-20 мин.

Примеры вариантов домашнего задания:

1. Самарская СЭС №2
2. ГЭС «Санься»
3. СЭС Батагай
4. СЭС-5
5. Адыгейская ВЭС

Примеры вопросов, используемых для самостоятельной подготовки к защите домашних работ (УК-4-З1; УК-5-З1; ПК-1-З1):

1. Понятие нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Классификация гидроэлектростанций.
2. Перспективы использования возобновляемых источников энергии. Какие виды возобновляемых источников энергии актуальны применительно к условиям России? Где в России целесообразно расположение объектов нетрадиционной и возобновляемой энергетики? Типы возобновляемых энергоресурсов. Стратегические цели России по развитию и использованию нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Политика России в области развития нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Анализ применяемых в России видов топлива с точки зрения экологической безопасности.
3. Международные нормативные документы в области экологии энергетики.
4. Динамика развития нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в РФ. Основные направления развития нетрадиционной энергетики в России. Какие факторы усложняют внедрение нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в энергетику России?
5. Основные недостатки существующих в России нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.
6. Экономический эффект от внедрения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Классификация солнечных энергетических установок.
7. Термоэлектрические преобразователи, принцип действия, эффективность, достоинства и недостатки.
8. Системы солнечного теплоснабжения, классификация, принцип действия, достоинства и недостатки.
9. Перспективы развития транспортных средств использующих солнечную энергию.
10. Фотоэлектрические преобразователи, принцип действия, эффективность, достоинства и недостатки.

11. Концентрирующие гелиоприемники (использование в схемах теплоснабжения).
12. Схема, принцип действия, достоинства и недостатки паротурбинной СЭС.
13. Система отопления с солнечными коллекторами.
14. Использование солнечной энергии в РФ.
15. Перспективы использования энергии Солнца. Природа возникновения ветров. Основные характеристики ветров.
16. Опыт зарубежных стран в использовании энергии ветра.
17. Государственная поддержка внедрения объектов ветроэнергетики.
18. Динамика роста доли энергии, вырабатываемой ветроустановками в общем энергобалансе отдельных зарубежных стран.
19. Применение ветроустановок в условиях России.
20. Классификация ветроустановок по классам ветродвигателей, достоинства и недостатки классов.
21. Схема ветроэлектрической установки, особенности и принцип работы.
22. Классификация ветроэнергетических установок для производства электроэнергии.
23. Использование ветра для производства механической работы.
24. Основные положения теории идеального ветряка.
25. Основные положения теории реального ветряка.
26. Режимы работы ветроустановок.
27. Перспективы использования энергии ветра.
28. Отрицательные явления при работе ветроустановок.
29. Ветроэнергетика в России. Виды геотермальных источников энергии.
30. Классификация геотермальных районов.
31. Перспективы использования геотермальной энергии, достоинства и недостатки.
32. Методы и способы использования геотермального тепла.
33. Использование геотермального тепла в системах теплоснабжения.
34. Принципиальная схема геотермального теплоснабжения с теплообменниками.
35. Принципиальная схема геотермального теплоснабжения с параллельной подачей геотермальной воды на отопление и горячее водоснабжение и пиковым догревом воды на отопление.
36. Схема и принцип действия простейшей ГеоТЭС.
37. Схема геотермальной электростанции с низкокипящим рабочим веществом.
38. Одноконтурные ГеоТЭС (схема, принцип действия, достоинства и недостатки).
39. Двухконтурные ГеоТЭС (схема, принцип действия, достоинства и недостатки).
40. Геотермальная энергетика в России. История создания гидроэлектростанций.
41. Принцип работы гидроэлектростанции, схема, ее мощность и выработка электроэнергии.
42. Классификация гидроузлов и основные типы зданий ГЭС.
43. Преимущества и недостатки гидроэлектростанций.
44. Схема электростанции на приливном течении.
45. Современное состояние гидроэнергетики в России.
46. Использование тепловой энергии океана (схемы, принцип действия, эффективность, достоинства и недостатки).
47. Преобразователи энергии волн (схемы, принцип действия, эффективность, достоинства и недостатки).
48. Использование энергии приливов и морских течений (схемы, принцип действия, эффективность, достоинства и недостатки).
49. Перспективы использования энергии воды в России.
50. Основные сложности при сооружении установок для использования энергии воды.
51. Понятие вторичных энергоресурсов.
52. Способы использования и преобразования ВЭР.
53. Установки для использования теплоты отработавших газов.
54. Использование теплоты испарительного охлаждения.
55. Использование теплоты низкого потенциала.
56. Принцип действия и принципиальная схема теплового насоса.
57. Перспективы развития водородной энергетики.
58. Установки для сжигания твердых отходов.
59. Способы и возможности использования сельскохозяйственных отходов в качестве первичных источников энергии.
60. Перспективы использования ВЭР в России и зарубежом. Понятие биотоплива.
61. Виды биотоплива.
62. Принцип работы котлов с кипящим слоем.
63. Что такое энергетические фермы?
64. Достоинства и недостатки развития энергетики за счет использования сельскохозяйственных культур в виде топлива.
65. Процессы пиролиза и газификации.
66. Сжигание древесных отходов.
67. Способы получения биогаза.
68. Агрохимические способы получения топлива. Возможные негативные последствия при внедрении и эксплуатации установок солнечной энергетики.

69. Основные отрицательные факторы воздействия ветроэнергетических установок на окружающую среду и методы их устранения.
70. Потенциальные неблагоприятные экологические воздействия геотермальной энергетики на экологию.
71. Экологичность гидротермальной, волновой и приливной энергетики.
72. Влияние биоэнергетических установок на окружающую среду.

Пример задания на лабораторную работу (УК-4-З1; УК-4-У1; УК-4-В1; УК-5-З1; УК-5-У1; УК-5-В1; ПК-1-В1):

На основании известных технических характеристик солнечных модулей (напряжения холостого хода и тока короткого замыкания) построить математическую имитационную модель снятия семейства вольт-амперных и вольт-ваттных характеристик при различных уровнях освещенности. Полученные результаты сравнить с реальными вольт-амперными характеристиками, предоставленными производителем.

Примеры вопросов, используемых для самостоятельной подготовки к защите лабораторных работ (УК-4-З1; УК-5-З1):

1. Что собой представляет фотоэлектрическая система?
2. Каков состав необходимого оборудования для ФЭС?
3. По каким параметрам выбирается мощность фотоэлектрических модулей?
4. Дать определение понятию «мощность солнечного излучения».
5. Как рассчитать и выбрать емкость аккумуляторной батареи?
6. Как рассчитать мощность свободнопоточных погружных агрегатов МГЭС?
7. Назовите основные факторы влияния МГЭ на окружающую среду.
8. В чем состоит суть метода линейного учета для расчета теоретического потенциала водотока.
9. Основные отличия малой энергетики от традиционной.
10. Преимущества и недостатки малой гидроэнергетики.
11. Классификация установок для малой энергетики.
12. От чего зависит стоимость фотоэлектрической системы?
13. Устройство и принцип действия гелиоэнергетической установки.
14. Как рассчитать теплопроизводительность гелиоустановки? От чего она зависит?
15. Влияние угла наклона плоскости солнечного коллектора на теплопроизводительность гелиоустановки.
16. Какие коэффициенты используются для оценки энергетических показателей системы горячего водоснабжения?
17. Что такое условное топливо?
18. Какими показателями можно оценить экономическую эффективность ГЭУ?
19. Дать определения понятиям «валовой», «технический» и «экономический» потенциалы ветровой энергии.
20. Какие функции распределения случайной величины вы знаете?
21. Какая функция распределения наиболее точно описывает распределение скорости ветра?
22. Как определяется вероятностное распределение скорости ветрового потока?
23. От чего зависит мощность ветрового потока и производительность ветроэнергетической установки?

Пример практической работы (УК-4-З1; УК-5-З1; УК-5-У1):

Задача 1. Использование солнечной энергии для отопления жилого дома окрашенного в черный цвет/выполненного темным материалом.

«Чёрный солнечный дом» с большим окном с южной стороны размером H·L (высота, длина) и массивной зачернённой стенкой с северной стороны. Толщина поглощающей стенки, изготовленной из бетона (в), его плотность $\rho = 2{,}4 \cdot 10^3$ кг/м^3, коэффициент пропускания стекла $\tau_П = 0{,}9$, коэффициент поглощения стенки $\alpha_П = 0{,}8$.

Определить какой требуется поток солнечного излучения, чтобы нагреть воздух в комнате на 20 °С градусов выше наружного.

Температуру воздуха в доме в 8 часов утра, т. е. через 16 часов. Температура наружного воздуха $T_1 = 0$ °С градусов. Теплоёмкость бетона с = 840 Дж/кг·К. Удельное термическое сопротивление потерям тепла из комнаты наружу через стекло $r = 0{,}07$ м^2·К/Вт.

В таблице 1 представлены четыре варианта задания для группы студентов.

Варианты задания Таблица 1.

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
H, м	3	4	5	3
L, м	5	3	6	4
в, м	0,1	0,2	0,3	0,4

Задача 2. Плотность потока излучения, падающего на солнечную батарею, составляет G, Вт/м^2, КПД, η %. Какую площадь F должна иметь солнечная батарея с КПД η и мощностью P, Вт.

В таблице 2 представлены четыре варианта задания для группы студентов.

Варианты задания Таблица 2.

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
G, Вт/м2	460	500	550	600
η, %	20	18	19	20
P, Вт	100	90	110	120

Задача 3. Солнечная батарея состоит из (n) фотоэлементов, мощность каждого 1,5 Вт, размер 20·30 см. Определить КПД (η) солнечной батареи, если плотность потока G Вт/м^2.

В таблице 3 представлены четыре варианта задания для группы студентов.

Варианты задания Таблица 3.

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
n, шт	900	1000	1100	1200
G, Вт/м2	500	450	550	600

Задача 4. Площадь солнечной батареи S, м^2, плотность тока i, А/см^2, плотность излучения G, Вт/м^2. Определить ЭДС в солнечной батарее при КПД η.

В таблице 4 представлены четыре варианта задания для группы студентов.

Варианты задания Таблица 4.

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
S, м2	0,25	0,3	0,4	0,5
i, А/см2	3·10–3	2·10–3	4·10–3	1·10–2
G, Вт/м2	300	400	500	400
η	0,3	0,25	0,26	0,27

Задача 5. Небольшая домашняя осветительная система питается от аккумуляторной батареи напряжением U, В. Освещение включается каждый вечер на 4 часа, потребляемый ток I, А. Какой должна быть солнечная батарея, чтобы зарядить аккумулируемую батарею, если известно, что кремниевый элемент имеет ЭДС E = 0,5 В при токе 0,5А. Расход энергии на за– ряд батареи 20 % больше, чем энергия отдаваемая потребителю при разряде.

В таблице 5 представлены четыре варианта задания для группы студентов.

Варианты задания Таблица 5.

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
U, В	8	9	10	11
I, А	3,0	2,5	3	3,5

Задача 6. Приёмник расположен на теплоизоляторе с коэффициентом теплопроводности λ, Вт/м·К, удельное термическое сопротивление поверхности приёмника r = 0,13 м^2·К/Вт. Определить какой толщины требуется изоляция, чтобы обеспечить термическое сопротивление дна, равное сопротивлению поверхности.

В таблице 6 представлены четыре варианта задания для группы студентов.

Варианты задания Таблица 6.

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
λ, Вт/м·К	0,034	0,1	0,05	0,013

Задача 7. Определить температуру трубки $T_{тр}$ вакуумированного приёмника, если внутренний диаметр трубки d, см, поток солнечной энергии G, Вт/м^2, температура среды $T_{ср}$. Сопротивления потерям тепла R = 10,2 К/Вт, коэффициент пропускания стеклянной крышки β = 0,9, коэффициент поглощения (доля поглощённой

энергии), $\alpha_п$= 0,85.

В таблице 7 представлены четыре варианта задания для группы студентов.

Варианты задания Таблица 7.

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
d, см	1	0,9	1	1,1
G, Вт/м2	750	700	650	600
Тср, °С	20	15	10	5
d, см	1	0,9	1	1,1

Задача 8. Площадь солнечного дистиллятора B·L,м^2. Поток излучения составляет G, МДж/м^2 в день. Удельная теплота парообразования воды *r* = 2,4 МДж/кг. Определить производительность дистиллятора.

В таблице 8 представлены четыре варианта задания для группы студентов.

Варианты задания Таблица 8.

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
B, м	5	5	10	15
L, м	5	10	15	5
G, МДж/м·день	20	15	10	10
B, м	5	5	10	15

Задача 9. На солнечной электростанции башенного типа установлено n гелиостатов, каждый из которых имеет поверхность $F_г$. Гелиостаты отражают солнечные лучи на приёмник, на поверхности которого зарегистрирована максимальная энергетическая освещённость $H_{пр}$. Коэффициент отражения гелиостата $K_г$ = 0,8, коэффициент поглощения $\alpha_{пог}$ = 0,95. Максимальная облучённость зеркала гелиостата $G_г$. Определить площадь поверхности приемника $F_{пр}$ и тепловые потери в нем, вызванные излучением и конвекцией, если рабочая температура теплоносителя составляет t°C. Степень черноты приёмника $e_{пр}$ = 0,95. Конвективные потери вдвое меньше потерь от излучения. Коэффициент излучения абсолютно чёрного тела C_0 = 5,67 Вт/(м^{2}К^4).

В таблице 9 представлены четыре варианта задания для группы студентов.

Варианты задания Таблица 9.

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
n	263	300	280	270
Fг, м2	58	50	60	55
G, Вт/м2	600	650	700	700
t,°C	660	700	680	670
Нпр, МВт/ м2	2,5	2	3	3,5

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен не предусмотрен

5.4. Методика оценки освоения дисциплины

№ п/п	Вид оценочного средства	Критерий	Оценка
1.	Выполнение практических работ	Обучающийся самостоятельно выполняет полное и аргументированное решение индивидуальных заданий, не допустив ошибок. При защите заданий отвечает развернуто и исчерпывающе на все вопросы.	«Отлично»
		Обучающийся практически самостоятельно выполняет полное решение заданий, но не может аргументировать свое решение. При защите заданий допускает незначительные неточности.	«Хорошо»
		Обучающийся в целом правильно решает задание, но не может аргументировать свое решение. При защите заданий допускает значительные неточности. Обучающийся правильно понимает способ решения заданий,	«Удовлетворительно»

		но допускает ошибки при их решении. Задание выполнено частично. При защите заданий допускает значительные неточности.	
		Обучающийся не может решить задание.	«Неудовлетворительно»
2.	Выполнение и защита лабораторных работ	Обучающийся показывает твердые и достаточно полные знания в объеме прослушанного теоретического материала, владеет требуемым математическим аппаратом, методиками решения, необходимыми остаточными знаниями по изученным фундаментальным дисциплинам (математика, физика); демонстрирует умения и практические навыки владения информационными технологиями, позволяющими оптимизировать экспериментальную и аналитическую часть лабораторного исследования. Логически связно, динамично, грамотно и последовательно излагает методику выполнения лабораторной работы и обработки результатов моделирования. Ошибаясь, уверенно исправляется после дополнительных и наводящих вопросов.	«Зачтено»
		Обучающийся допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять теоретические знания на практике и/или не владеет требуемыми знаниями. Невнятно, невразумительно, неуверенно, неверно формулирует ответы на дополнительные и наводящие вопросы и/или не отвечает на них.	«Не зачтено»
3.	Выполнение и защита домашних заданий	Домашние задания выполнены в полном объеме; отчёт по работе оформлен в полном соответствии с предъявляемыми требованиями; расчеты выполнены без ошибок. При ответе на вопросы по теме работы обучающийся демонстрирует глубокое знание основных теоретических положений работы и умение применять их на практике.	«Отлично»
		Домашние задания в целом выполнены правильно, расчеты содержат непринципиальные ошибки. Отчёт по работе оформлен в основном в соответствии с предъявляемыми требованиями; При ответе на вопросы по теме работы обучающийся демонстрирует знание основных теоретических положений работы и умение применять их на практике.	«Хорошо»
		Домашние задания в основной части выполнены; отчёт по работе оформлен с некоторыми отступлениями от предъявляемых требований; при ответе на вопросы по теме работы обучающийся дает в основном правильные, но неполные ответы. При расчетах были допущены ошибки, исправленные после замечаний преподавателя.	«Удовлетворительно»
		Домашние задания не выполнены, либо отчёт по работе отсутствует или его оформление не соответствует предъявляемым требованиям, либо при ответе на вопросы по теме работы студент демонстрирует незнание основных теоретических положений работы и неумение их применять на практике.	«Неудовлетворительно»

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1 Основная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	В.П. Горелов, С.В. Горелов, В.С. Горелов и др.; под ред. В.П. Горелова, Е.В. Ивановой	Общая энергетика: в 2 кн. / Кн. 1. Альтернативные источники энергии.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447693	Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2016
Л 1.2	М.Ю. Сибикин, Ю.Д.	Нетрадиционные и возобновляемые	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» URL:	Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2014

	Сибикин	источники энергии: учебное пособие	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257750	
6.1.2 Дополнительная литература				
Обозначение	**Авторы, составители**	**Заглавие**	**Библиотека**	**Издательство, год**
Л 2.1	Д.С. Стребков, Э.В. Тверьянович ; под ред. Д.С. Стребкова	Солнечные электростанции: концентраторы солнечного излучения: учебное пособие для вузов	ЭБС «ЮРАЙТ» URL: https://urait.ru/bcode/453390	Москва: Юрайт, 2020
Л 2.2	В.В. Авилова, Е.В. Демидова	Энергетическая и сырьевая безопасность: учебное пособие	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500462	Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2017
Л 2.3	С.Н. Удалов	Возобновляемая энергетика: учебное пособие	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576779	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2016
6.1.3. Методические разработки				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1	Петров В.А.	Альтернативные и возобновляемые источники энергии: курс лекций для обучающ. напр. 13.03.02	https://lms.misis.ru/enroll/3CM6GT	
Л 3.2	Петров В.А.	Альтернативные и возобновляемые источники энергии: методические указания к практическим занятиям для обучающ. напр. 13.03.02	https://lms.misis.ru/enroll/3CM6GT	
Л 3.3	Петров В.А.	Альтернативные и возобновляемые источники энергии: методические указания к выполнению домашнего задания для обучающ. напр. 13.03.02	https://lms.misis.ru/enroll/3CM6GT	

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»	
Э 1	Бесплатная электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]: http://window.edu.ru
Э 2	АНО «еНано» [Электронный ресурс]: https://edunano.ru/courses/alternativnaya-energetika/
Э 3	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]: https://cyberleninka.ru
6.3. Перечень программного обеспечения	
П 1	Microsoft Windows
П 2	Microsoft Office
П 3	Kaspersky Endpoint Security
П 4	7- Zip (свободно распространяемое программное обеспечение)
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных	
И 1	Геоинформационная система «Возобновляемые источники энергии России» [Электронный ресурс]: https://gisre.ru/database

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	
7.1	**Аудитория №405** **«Лаборатория информационных технологий»** Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: • компьютер – 9 шт.; • доска; • проектор; • экран настенный; • усилитель-распределитель; • комплект учебной мебели на 25 посадочных мест.
7.2	**Аудитория №306** **«Кабинет для самостоятельной работы»** Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: проектор; доска; экран настенный; компьютер – 6 шт.; комплект учебной мебели на 20 человек. В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в виде экзамена.
Обучение проводится в один семестр и организуется в соответствии с настоящей программой. Самостоятельная работа студентов осуществляется и контролируется с помощью:
– вопросов для самоконтроля,
– индивидуального опроса студентов при проведении практических занятий,
– индивидуального опроса студентов при защите лабораторных работ,
– сдачи домашних заданий,

Система оценивания результатов освоения дисциплины
Порядок, определяющий процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций, определен в Положении «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, текущем контроле посещения обучающимися аудиторных занятий в НИТУ «МИСиС» П 239.09- 18, выпуск 2».