

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

(подпись)

А.А. Каракозов

« 31 » *марта* 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02 Возобновляемые источники энергии

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электрические станции

Программа: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Форма обучения	Очная	Заочная
Семестр	4, 5	5,6
Общая трудоёмкость в з.е./часах	7,5/270	7,5/270
Контактная работа (час.), в том числе	72/36	16/14
лекции (час.)	34/17	6/4
лабораторные работы (час.)	—	—
практические (семинарские) занятия (час.)	34/17	4/4
Самостоятельная работа (час.), в том числе	54/70	128/94
курсовой проект/работа (семестр)	—	—
Контроль (зачёт/час, экзамен/час)	4: экз., 36 5: зачёт	5: экз., 18 6: зачёт

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Возобновляемые источники энергии» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) «Электрические станции» для 2022 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

Доцент кафедры

«Электрические станции», к.т.н. Калашников В.И.
(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от « 14 » 03 20 23 года № 7

Заведующий кафедрой Ткаченко С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

Протокол от « 23 » 03 20 23 года № 3

Председатель Ткаченко С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от « ____ » ____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой ____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от « ____ » ____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой ____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от « ____ » ____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой ____
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает конструкцию, функционирование и принципы построения устройств и систем получения электрической и тепловой энергии способами, не связанными со сжиганием ископаемых топлив, например такими, как использование солнечной энергии, энергии ветра, приливов и т.д.

Цель дисциплины:

Сформировать целостный подход в решении инженерной и научной проблемы образования электрогенерирующей части электроэнергетической системы, работающей в экономичном режиме за счёт использования возобновляемых (нетрадиционных) источников энергии наряду с существующими.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- характеристику запасов энергоресурсов страны и место среди них нетрадиционных источников;
- принципы создания возобновляемых источников энергии; особенности развития солнечной, ветровой, приливной, термоядерной энергетики;
- основные технико-экономические характеристики возобновляемых источников энергии и электрических станций на их основе;
- перспективные направления развития использования возобновляемых источников энергии;

уметь:

- выполнять технико-экономические расчёты рационального использования возобновляемых источников электроэнергии, уметь определять их оптимальные параметры и режимы работы;
- разрабатывать схемы выдачи мощности возобновляемых источников электроэнергии в электрическую систему.

владеть:

- методами выбора основного электрооборудования электрических схем с возобновляемыми источниками энергии;
- методами оценки целесообразности использования возобновляемыми источниками энергии

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ПК2, ПК3, ПК5, ПК6.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к циклу профессиональных дисциплин вариативной части учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин:

Физика: Электрическое поле и его силовые характеристики. Характеристики и законы постоянного тока. ЭДС источника тока. Правила Кирхгофа. Закон Фарадея и правило Ленца.

Высшая математика и численные методы: Линейная алгебра. Дифференциальные уравнения. Векторная алгебра. Комплексные числа. Теория поля. Численные методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений.

Теоретические основы электротехники: Линейные цепи постоянного тока. Электрические цепи синусоидального тока. Линейные электрические цепи при несинусоидальных периодических воздействиях. Переходные процессы в линейных электрических цепях. Нелинейные электрические и магнитные цепи. Теория электромагнитного поля.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении курсового проекта по курсу «Электрическая часть станций и подстанций», изучении последующих дисциплин таких как «Основы релейной защиты и автоматизации энергосистем», «Автоматизация производственных процессов», «Современные технологии в топливно-энергетическом комплексе», «Электрические системы и сети», «Преобразовательная техника», прохождении производственных практик, в дипломном проектировании и выполнении научно-исследовательских и магистерских диссертаций.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

4 семестр / 5 семестр						
№ те мы	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
1	Тема 1. Единицы измерения, символы, определения. История развития электротехники.	21/24	8/1	6/1		7/22
2	Тема 2. Энергетические ресурсы и их распределение по видам и странам.	14/16	2/1	4/1		8/14
3	Тема 3. Физические принципы получения электрической энергии и их использование в традиционной энергетике.	24/30	10/1	6/1		8/28
4	Тема 4. Энергетика: современная эпоха.	14/15	2/1	4/0		8/14
5	Тема 5. Вредное воздействие на окружающую среду.	13/15	2/1	4/0		7/14
6	Тема 6. Атомные электростанции, их влияние на экологию.	23/23	8/1	6/0		9/22
7	Тема 7. Гидроэнергия.	13/15	2/0	4/1		7/14
Контактная работа (дополнительная)		4/6				
Курсовая работа (проект)						
Итого по видам занятий		126/144	34/6	34/4		54/128

Контроль		36/18				
Всего за семестр		162/162	34/6	34/4	-	54/128
5 семестр / 6 семестр						
№ те мы	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
8	Ветроэнергетика	32/28	6/1	6/1		20/26
9	Солнечная энергия	32/28	6/1	6/1		20/26
10	Геотермальная энергия	4/5	1/0	0/0		3/5
11	Энергия приливов и морских волн	4/5	1/0	0/0		3/5
12	Биотопливо	6/12	1/1	1/1		4/10
13	Водородная энергетика	14/11	1/1	1/0		12/10
14	Вторичные энергоресурсы и энергосбережение	6/6	1/0	1/0		4/6
15	Основные принципы построения систем энергоснабжения при использовании возобновляемых источников энергии	6/7	0/0	2/1		4/6
Контактная работа (дополнительная)		4/6				
Курсовая работа (проект)						
Итого по видам занятий		108/108	17/4	17/4		70/94
Контроль		–				
Всего за семестр		108/108	17/4	17/4	-	70/94
ИТОГО		270/270				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК2	Темы 7, 15
ПК3	Темы 1, 4-9
ПК5	Темы 1, 14
ПК6	Темы 1, 3-13

3.2 Лекции

Тема 1. Единицы измерения, символы, определения. История развития электротехники

Содержание темы: Международная система единиц SI. Базовые единицы mksa (метр-килограмм-секунда-ампер). Определения единиц измерения и пояснение их физического смысла. История принятия единиц измерения в тесной связи с историей развития науки и техники. Простейшие задачи с применением единиц измерения.

Литература к теме 1: [1,5]

Тема 2. Энергетические ресурсы и их распределение по видам и странам.

Содержание темы 2: Возобновляемые и невозобновляемые энергетические ресурсы. Неравномерность их распределения в мире. Потребление энергоресурсов по странам. Связь потребления электроэнергии с уровнем развития экономики государств.

Литература к теме 2: [\[1,2,5\]](#)

Тема 3. Физические принципы получения электрической энергии и их использование в традиционной энергетике.

Содержание темы 3: Устройство химического источника постоянного тока. Батареи и перезаряжаемые аккумуляторы. Их типы, характеристики, режимы работы. Открытие закона электромагнитной индукции Фарадеем. Конструкция и принцип работы генератора и электродвигателя постоянного тока. Недостатки, связанные с применением постоянного тока.

Получение переменного тока. Промышленные генераторы переменного тока. Физические процессы в генераторе и трансформаторе, синхронном и асинхронном электродвигателе. Получение вращающегося магнитного поля в двухфазной и трехфазной электрической машине. Параллельная работа генераторов в энергосистеме.

Работа тепловой электростанции (ТЭС). Схема топливоподачи и пылеприготовления. Котел, турбина, конденсатор, подогреватели пара, деаэратор, насосы и вентиляторы. Тепловая схема энергоблока. Захоронение отходов и очистка дымовых газов.

Литература к теме 3: [\[1,2,3,4,5\]](#)

Тема 4. Энергетика: современная эпоха.

Содержание темы 4: Мировой топливно-энергетический баланс в начале XXI века. Оценки запасов ископаемого топлива. Разработка сланцевых месторождений с применением гидроразрыва пластов. Преимущество доставки сжиженного газа при помощи танкеров перед трубопроводным транспортом. Перспективы строительства атомных электростанций и освоения реакторов на быстрых нейтронах, создание термоядерных установок. Экономические причины отказа от двигателей внутреннего сгорания и ТЭС в пользу возобновляемой энергетики.

Литература к теме 4: [\[1,2,3,4,5\]](#)

Тема 5. Вредное воздействие на окружающую среду.

Содержание темы 5: Выбросы тепловых электростанций их химический состав и воздействие на окружающую среду. Экологическое влияние строительства гидроэлектростанций. Воздействия традиционной энергетики на окружающую природную среду и здоровье человека.

Литература к теме 5: [\[1,2,3,4,5\]](#)

Тема 6. Атомные электростанции, их влияние на экологию.

Содержание темы 6: Ядерное топливо, изотопы, необходимость и процесс обогащения. Ядерные реакции синтеза и деления. Условия возникновения и поддержания цепной ядерной реакции. Устройство ядерного реактора. Канальный реактор с графитовым замедлителем и водо-водяной реактор. Одноконтурные и двухконтурные тепловые схемы АЭС. Цикл использования ядерного топлива. Радиационное загрязнение атомной электростанции. Анализ причин и развития аварий на Чернобыльской электростанции и в Фукусиме.

Литература к теме 6: [\[5\]](#)

Тема 7. Гидроэнергия.

Содержание темы 7: Водные и гидроэнергетические ресурсы. Развитие гидроэнергетики в XXI веке. Гидротехнические сооружения, бетонные и грунтовые плотины. Типы ГЭС и гидротурбин. Гидроаккумулирующие установки, обратимые гидроагрегаты. Малые и микро-ГЭС. Перспективы дальнейшего освоения гидроресурсов. Роль гидравлических и гидроаккумулирующих электростанций в энергосистемах. Эксплуатация гидроэнергетического оборудования. Нагрузки на природную среду от использования ГЭС.

Литература к теме 7: [\[1,2,5\]](#)

Тема 8. Ветроэнергетика.

Содержание темы 8: Исторический очерк. Ресурсы ветровой энергии на Земле. Принципы преобразования энергии ветра. Конструкции ветродвигателей и ветроэлектростанций (ВЭС), зависимость мощности ВЭС от скорости ветра и диаметра ветроколеса. Прибрежные (морские) ВЭС. Режимы работы ВЭС. Работа ВЭС на энергосистему. Перспективы развития ветроэнергетики. Нагрузки на природную среду от ветроэнергетики. Выбор ветроэнергетических установок. Условия эффективности использования ветроэнергетических установок.

Литература к теме 8: [\[1,2,3\]](#)

Тема 9. Солнечная энергия.

Содержание темы 9: Солнечная энергия. Ресурсы. Солнечная постоянная, баланс лучистой энергии на поверхности Земли. Распределение интенсивности солнечной энергии по планете и регионам, стабильность солнечного излучения. Варианты использования.

Паротурбинные СЭС. Гелиостаты, солнечные башни и парогенераторы. Модульные СЭС. Солнечное теплоснабжение. Солнечные теплоаккумуляторы и опреснительные установки. Термоэлектрические преобразователи.

Безмашинные преобразователи солнечной энергии. Физические принципы работы фотоэлектрических преобразователей. Солнечные батареи. Аккумуляция энергии. Применение преобразователей частоты и напряжения. Схемы энергообеспечения автономных объектов при использовании солнечной энергии. Космические СЭС.

Литература к теме 9: [\[1,2,5\]](#)

Тема 10. Геотермальная энергия.

Содержание темы 10: Геотермальные ресурсы, мировой опыт их освоения. Одноконтурные ГеоТЭС, проблемы сепарации пара. Двухконтурные ГеоТЭС на водяном паре, на низкокипящих рабочих телах, на смесевом рабочем теле. Модульные энергоблоки для ГеоТЭС. Необходимость очистки геотермальных вод от вредных солей и газов. Расходы воды из окружающей среды на охлаждение конденсаторов ГеоТЭС. Геотермальное теплоснабжение. Перспективы освоения геотермальных ресурсов. Тепловая энергия океанов, практическая возможность ее освоения. Теплонасосные установки. Мировой и отечественный опыт их применения. Термодинамические основы теплонасосных установок.

Литература к теме 10: [\[1,2,5\]](#)

Тема 11. Энергия приливов и морских волн.

Содержание темы 11: Волновое движение. Энергия и мощность волн. Устройства для преобразования энергии волн. Причины возникновения приливов. Усиление приливов. Энергия приливов. Мощность приливных течений. Мощность подъема воды. Сизигийные и квадратурные приливы. Принцип действия и график выдаваемой мощности приливной электростанцией.

Литература к теме 11: [\[1,2,5\]](#)

Тема 12. Биотопливо.

Содержание темы 12: Фотосинтез как естественный аккумулятор солнечной энергии. Топливная древесина, полевые культуры, отходы лесоперерабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности как энергоносители. Синтетическое жидкое топливо. Газовое моторное топливо. Биосинтез (метановое брожение), использование биогаза очистных сооружений и городских свалок. Котельные установки для сжигания биотоплива.

Литература к теме 12: [\[1,2,5\]](#)

Тема 13. Водородная энергетика.

Содержание темы 13: Преимущества и недостатки применения водорода в качестве топлива. Методы получения, хранения и использования водородного топлива. Топливные элементы. Перспективы применения водорода.

Литература к теме 13: [\[1,2,5\]](#)

Тема 14. Вторичные энергоресурсы и энергосбережение.

Содержание темы 14: Совершенствование процессов потребления и передачи энергии. Развитие систем аккумулирования энергии. Использование вторичных энергоресурсов в промышленности и жилищно-коммунальном хозяйстве. Тепловые насосы.

Литература к теме 14: [\[1,2,5\]](#)

Тема 15. Основные принципы построения систем энергоснабжения при использовании альтернативных источников энергии.

Содержание темы 15: Особенности использования возобновляемых источников энергии на Донбассе.

Литература к теме 15: [\[1,2,5\]](#)

3.3 Практические занятия

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/заочн	Литера- тура
4 семестр / 5 семестр			
1	Решение простейших задач по применению единиц измерений	8/1	[6]
2	Анализ энергоемкости ископаемых ресурсов, стоимости их разведки и добычи, рыночной цены, сложности преобразования в тепловую и электрическую энергию. Сопоставление с ресурсами возобновляемой энергии на Земле.	4/0	[6]
3	Физические принципы получения и использования электрической энергии	8/1	[6]
4	Влияние использования ископаемых топлив на экологическую ситуацию и здоровье человека.	4/1	[6]
5	Анализ чернобыльской аварии и аварии в Фукусиме	6/1	[6]
6	Изучение конструкции гидроэлектростанций различных типов.	4/0	[6]
ИТОГО		34/4	
5 семестр / 6 семестр			
4	Расчет параметров ветрогенератора. Эффективность его работы в различных условиях.	6/1	[6]
5	Изучение параметров, конструкции, особенностей эксплуатации современных модулей солнечных батарей. Устройство, принцип работы и применение преобразователей постоянного тока в переменный и совместная их работа с сетью.	6/1	[6]
8	Технико-экономическое сопоставление эффективности использования различных видов биотоплива	1/1	[6]
9	Изучение устройства автомобиля, использующего водородное топливо.	1/0	[6]
10	Технико-экономическая оценка эффективности использования вторичных энергоресурсов в промышленности и жилищно-коммунальном хозяйстве.	1/0	[6]
11	Расчет параметров энергокомплекса на базе СЭ для питания автономного потребителя.	2/1	[6]
ИТОГО		17/4	

3.4 Лабораторные работы – учебным планом не предусмотрены.

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	65/120
2	Подготовка к практическим занятиям	50/102
3	Подготовка к лабораторным работам	0/0
4	Выполнение курсового проекта	–
5	Выполнение курсовой работы	0/0
6	Выполнение индивидуального задания	9/0
ИТОГО		124/222

3.6 Курсовой проект (работа) – учебным планом не предусмотрена

3.7. Индивидуальное задание

Подготовка реферата в соответствии номером варианта из перечня предложенных тем. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 20 страниц формата А4 [7].

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;

- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой производственный опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

Единицы измерения, их определение.

1. Дайте определение кулона, ампера, вольта, джоуля, ватта, калории.
2. Рассчитайте мощность электродвигателя, который поднимает кабину лифта 100 кг со скоростью 1 м/с.
3. Этот двигатель имеет напряжение 220 В. Рассчитайте ток в амперах.

4. Этот двигатель имеет рабочий цикл 10%. Рассчитать стоимость электроэнергии, потребляемой за день.
 5. Рассчитайте энергию, запасенную в одном аккумуляторе 18650, выраженную в джоулях, в кВт·ч.
 6. Сколько потребуется таких аккумуляторов, чтобы закипятить 1 литр воды?
 7. На сколько градусов может нагреть 1 стакан воды такой аккумулятор?
 8. Сколько джоулей в 1 кВт·ч?
 9. Счетчик, на котором написано: 1 кВт·ч = 600 оборотов диска, сделал один оборот за 15 секунд. Какова была потребляемая мощность?
 10. Этот же счетчик делает 1 оборот за 2 минуты 10 секунд. Какова была потребляемая мощность? Сколько киловатт-часов будет потреблено за сутки?
 11. Оцените электрическую энергию, потребляемую 1 домохозяйством в сутки, 1 миллионом человек в сутки?
 12. Сколько электроэнергии должно производиться электростанцией в сутки для электроснабжения города с населением 1 млн. человек?
 13. Оцените установленную мощность этой электростанции.
 14. Сколько вагонов угля с калорийностью 4000 ккал/кг необходимо доставить на эту станцию в день?
 15. Сколько охлаждающей воды необходимо прокачивать через конденсаторы этой электростанции в секунду, если допустимый подъем температуры воды пруда-охладителя составляет 10 °C.
 16. Рассчитайте вес и стоимость аккумуляторной батареи на элементах 18650 достаточную для снабжения домохозяйства в течение суток.
 17. В 2017 году мировое потребление электроэнергии составило около $25 \cdot 10^{12}$ кВт·ч. Рассчитайте мощность [кВт, не кВт·ч], потребляемую на душу населения в среднем.
- Тепловые электростанции
1. Изобразить схему пылеприготовления, котла, турбины, тепловую схему блока, электрическую схему ТЭС.
 2. Устройство вагоноопрокидывателя, конвейера, ШБМ, сепаратора, циклона, ПСУ (питателя сырого угля), горелки, гидрозатвора котла, барабана котла, вентилятора, воздухоподогревателя, конденсатора, деаэратора, электрофильтра, генератора, трансформатора, их назначение и принцип работы.
 3. Знать сокращенные и полные названия и назначение всех насосов и вентиляторов.
 4. Оцените расход условного топлива на один кВт·ч, который соответствует КПД электростанции 38%.
 5. Какие конструктивные отличия имеют угольная ТЭС с максимальной эффективностью?
 6. Какова цель использования лопастных питателей?
 7. Назовите все пронумерованные элементы на поперечном сечении угольной электростанции.
 8. Назовите все пронумерованные элементы на тепловой диаграмме типичной угольной тепловой энергии.
 9. Перечислите основные части турбогенератора.

10. Каково номинальное напряжение и ток типичного турбогенератора переменного тока мощностью 300 МВт?

11. Какое физическое явление используется для преобразования механической энергии в электрическую?

12. Кто открыл это явление и какое уравнение связывает зависимые величины?

13. Почему мы используем переменный ток для передачи энергии?

Атомные электростанции

1. Тепловые схемы одноконтурных и двухконтурных электростанций.

2. Их преимущества и недостатки.

3. Что используется в качестве топлива для АЭС?

4. Что такое степень обогащения?

5. Устройство ТВЭЛ-а.

6. Какие условия нужно создать, чтобы начал работать реактор?

7. Кратко причина аварии на Чернобыльской АЭС.

Гидроэлектростанции

1. В чем разница между гидроэлектростанциями с водохранилищами и водоотводными?

2. Каковы шесть основных компонентов, из которых состоит типичная гидроэлектростанция? Изобразите схематически.

3. Поверхность озера 1 км^2 . Высота воды за плотиной составляет 25 м. Рассчитайте, сколько кВт·ч электрической энергии может быть произведено, используя столько воды, что уровень водохранилища уменьшится на 2 м?

4. Если река, доставляющая воду к этому озеру, имеет средний поток 3 м/с, ширину 15 м и глубину 2 м, рассчитайте мощность гидроэлектростанции.

5. Рассчитайте мощность водоотводной электростанции, которую можно построить на этой же реке.

Ветроэлектростанции

1. Нарисуйте схематически устройство ветрогенератора и подпишите названия основных элементов.

2. Какова будет температура на высоте 2 км, если на уровне моря она 20°C ?

3. Какова будет плотность воздуха при этих условиях?

4. Рассчитайте плотность мощности ветра при скорости 5 м/с, при температуре на уровне моря 20°C , для высоты 1 км.

5. Как изменится мощность ветрогенератора, если его поднять на высоту 1 км?

6. Как изменится мощность ветрогенератора, если летом температура была $+38^\circ$, а зимой -20° ?

7. Как изменится мощность ветрогенератора, если скорость ветра снизилась в 2 раза?

8. Номинальная мощность ветрогенератора 1 МВт. Какова будет его мощность при скорости ветра 5 м/с?

9. Если при скорости ветра 4 м/с ветроколесо делало 6 об/мин. Какова будет частота вращения при ветре 8 м/с?

10. Если генератор этого ветроколеса имеет 5 пар полюсов, каково должно быть передаточное отношение редуктора?

11. Каково экологическое воздействие ветрогенераторов на окружающую среду?
12. Где выгоднее всего устанавливать ветрогенераторы?
13. Что предпринимается при усилении скорости ветра до ураганной?
14. Как примерно изменится оптимальная частота вращения ветроколеса, если число лопастей с 3 увеличить до 6?
15. Чем обернется такое увеличение?

Солнечные электростанции

1. Какова плотность солнечной энергии в космосе?
2. Каков цвет Солнца в космосе? Почему с поверхности Земли Солнце выглядит желтым? Почему небо имеет голубой цвет?
3. Что в основном влияет на рассеяние и отражение солнечного света, которые существенно снижают производительность солнечных батарей?
4. Какова плотность мощности солнечного излучения на поверхности Земли при ясной погоде?
5. Если солнечную панель повернуть на угол 30° от направления на Солнце, на сколько снизится выработка электроэнергии?
6. Каков КПД наиболее распространенных солнечных батарей?
7. Максимум плотности солнечной энергии 0.9 кВт/м^2 . Какова будет эта плотность в 10 часов утра, если время восхода и захода солнца 7 и 19 часов?
8. Сколько энергии выработает солнечная батарея за день в этих условиях?
9. Каковы параметры (ток, напряжение и мощность) одной ячейки солнечной батареи размером $10 \times 10 \text{ см}$?
10. Каковы параметры панели солнечной батареи, имеющей 36 ячеек?
11. Сколько энергии выработает такая панель за день, если время восхода и захода солнца 6 и 18 часов?

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Уровень высшего профессионального образования:

бакалавриат

(бакалавриат, специалитет, магистратура)

Направление подготовки (специальность):

13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

(код, название)

Профиль:

Электрические станции

(название)

Семестр:

VI

Учебная дисциплина:

Возобновляемые источники энергии

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ

1. Конструктивные особенности ветроэнергетических установок.
2. Солнечная энергетика (фотоэлектрические системы). Физические принципы фотоэлектрического преобразователя. Классификация фотоэлектрических преобразователей;
3. На сколько градусов может нагреть 1 стакан воды такой аккумулятор?
4. Рассчитать количество аккумуляторных батарей, необходимое для автономной солнечной электростанции номинальной мощностью 10 кВт.

Утверждено на заседании кафедры «Электрические станции»

Зав. кафедрой, _____ Калашников В.И.
экзаменатор (подпись)

4.3 Критерии оценивания (экзамен)

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам практических занятий; студента заочной формы обучения – по результатам выполнения контрольной работы.

Участие в практических занятиях, выполнение индивидуального задания (контрольной работы с получением отметки преподавателя о выполнении), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Экзамен проводится письменно по билетам. В каждом билете содержится два теоретических вопроса (задания №1 и №2) и две задачи (задания №3 и №4). Заданиям присваиваются следующие весовые коэффициенты: 0,2 0,2, 0,3 и 0,3. Сумма весовых коэффициентов равна единице.

Ответ на каждое задание оценивается по 100-бальной шкале.

Для каждого теоретического вопроса оценка «100» ставится в случае полного системного раскрытия вопроса без каких-либо неточностей. Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 10 баллов), допущены несущественные неточности (до 10 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 25 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости). В случае неверного ответа на теоретический вопрос обучающийся получает за него ноль баллов.

Для задачи оценка «100» ставится в случае представления полного решения с правильным ходом и точным ответом, при верном указании единиц измерения всех физических величин, наличии поясняющих комментариев к расчету и выполненном полном анализе результатов (если требуется в задаче). Баллы снимаются, если в решении есть несущественные неточности, не повлиявшие на результат (до 15 баллов), неверно указаны или не указаны единицы измерения физических величин (до 15 баллов), допущены отдельные неточности в ходе решения, не искажившие ход решения в целом (до 25 баллов), неточность численных результатов (до 15 баллов), ошибки в анализе результатов (до 20 баллов). При отсутствии выполнения задания обучающийся получает ноль баллов.

Итоговая оценка за экзамен рассчитывается как сумма произведений оценок за каждое задание на их соответствующий весовой коэффициент и округляется до целого значения в большую сторону.

При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 1. **Максимально возможное количество бал-**

лов – 100.

Пример расчета итоговой оценки по экзамену.

В билете имеется три задания с весовыми коэффициентами 0,2, 0,2, 0,3 и 0,3. Пусть оценки за каждое задание по 100-балльной шкале составили: 60, 90, 90 и 85, соответственно. Тогда итоговая оценка по экзамену составляет:

$$0,2 \cdot 60 + 0,2 \cdot 90 + 0,3 \cdot 90 + 0,3 \cdot 85 = 81,5 \approx 82,5 \text{ балл.}$$

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по национальной шкале и шкале ECTS. Для рассмотренного примера это оценки «хорошо» и «В» соответственно.

Таблица 1 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы и решение задачи экзаменационного билета	вопрос 1	20
	вопрос 2	20
	задача 1	30
	задача 2	30
ИТОГО:		100

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	Удовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4 Критерии оценивания (зачёт)

Текущий контроль знаний студентов производится результатам практических занятий, во время контрольных опросов в ходе проведения лекционных занятий, индивидуального задания для заочной формы обучения.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной формы обучения		

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Опросы на лекциях	5	Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по практическим занятиям (максимально возможное)	51	Из расчёта 17 аудиторных занятий для проведения практических занятий. Оценивается каждое занятие.
Контрольные опросы во время проведения практических занятий	49	При выполнении заданий приняты правильные проектные решения, изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена грамотно
	24	Работы выполнены в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, имеются замечания по оформлению работы
ИТОГО	100	Максимально возможное

Итоговая оценка определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ESTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале	
90-100	A	Зачтено	Отлично
80-89	B		Хорошо
75-79	C		
70-74	D		Удовлетворительно
60-69	E		
35-59	FX	Не зачтено	Неудовлетворительно
0-34	F*		

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.5 Пример текущего опроса на занятиях

На примере темы «Изучение параметров, конструкции, особенностей эксплуатации современных модулей солнечных батарей. Устройство, принцип работы и применение преобразователей постоянного тока в переменный и совместная их работа с сетью»

1. Как работает фотоэлектрический преобразователь?

2. Какого рода ток, генерирует солнечная батарея?
3. Какой КПД присутствует у фотоэлектрических преобразователей?
4. Какие недостатки присущи фотоэлектрическим преобразователям?
5. Как рассчитать оптимальный угол наклона солнечной батареи?
6. Что такое атмосферная масса?
7. Каким образом осуществляется преобразование электрической энергии постоянного тока в переменный ток?

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам контрольных опросов в ходе проведения практических занятий (15 минут в конце практического занятия).

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / Ю. Ц. Бадмаев, М. Б. Балданов, Л. П. Шкедова, А. К. Ондар. – Улан-Удэ : Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова, 2022. – 220 с. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/125216.html>;

2. Васильева, Е. А. Альтернативные источники энергии : учебное пособие / Е. А. Васильева. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2018. – 43 с. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/102503.html>.

II Дополнительная литература

3. Власов, В. К. Ветроэнергетические установки : монография / В. К. Власов. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 316 с. – ISBN 978-5-9729-0843-1. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/124012.html>;

4. Китаев, Д. Н. Термодинамические основы комбинированной выработки энергии : учебное пособие / Д. Н. Китаев, Г. Н. Мартыненко. – Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. – 71 с. – ISBN 978-5-7731-0978-5. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/118623.html>;

5. Полковниченко, Д. В. Введение в электроэнергетику и электротехнику : учебное пособие / Д. В. Полковниченко, И. Б. Гуляева. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 204 с. – ISBN 978-5-9729-0997-1. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/124011.html>.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

6. Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «Возобновляемые источники энергии» [Электронный ресурс] : (для студентов дневной и заочной форм обучения направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профили «Электрические станции» и «Электроэнергетические системы») / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. «Электрические станции»; [сост.: А.В. Левшов, А.Ю. Фёдоров, Г.В. Антоненко]. – 2,7 Мб. – Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2021. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. : доступ через личный кабинет студента;

7. Методические указания к выполнению самостоятельной работы и индивидуального задания по дисциплине «Возобновляемые источники энергии» [Электронный ресурс] : (для студентов дневной и заочной форм обучения направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профили «Электрические станции» и «Электроэнергетические системы») / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. «Электрические станции»; [сост.: Г.В. Антоненко]. – 1,2 Мб. – Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2021. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. : доступ через личный кабинет студента.

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>;

IPR SMART - <http://www.iprbookshop.ru/>.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия:

Учебная аудитория №8.514 учебный корпус 8 для проведения лекций, лабораторных работ, практических занятий, курсовых проектов и работ, самостоятельной работы студентов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля (мультимедийное оборудование, специализированная мебель: доска аудиторная, парты, стулья ученические, компьютеры: Intel Pentium Dual Core 2,8 GHz, 2048 Mb dual, 320 Gb, Windows 7 Professional, мониторы TFT (Samsung 943N, 1280x1024), мультимедийный проектор EPSON, экран). Возможность подключения к сети «Интернет».

7.2 Практические занятия:

1. Учебная аудитория №8.514 учебный корпус 8 для проведения лекций, лабораторных работ, практических занятий, курсовых проектов и работ, самостоятельной работы студентов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля (мультимедийное оборудование, специализированная мебель: доска аудиторная, парты, стулья ученические, компьютеры: Intel Pentium Dual Core 2,8 GHz, 2048 Mb dual, 320 Gb, Windows 7 Professional, мониторы TFT (Samsung 943N, 1280x1024), мультимедийный проектор EPSON, экран). Возможность подключения к сети «Интернет».

2. Лаборатория № 8.005 учебный корпус 8 для проведения лабораторных занятий, практических занятий, индивидуальных консультаций (мультимедийное оборудование, специализированная мебель: столы, стулья ученические, лабораторный стенд для исследования микропроцессорных систем релейной защиты и автоматики серии SIPROTEC производства фирмы SIEMENS, солнечная электростанция мощностью 10 кВт с инвертером, модель ветроэнергетической установки на базе асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором, сервер HP, компьютеры Intel Core i7 860 2,83 GHz, 4048 Mb single, 750 Gb, Windows 7 Professional, мониторы TFT (ASUS H242H, 1600x1080).

7.3 Самостоятельная работа:

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС - Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 - общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).