

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ:**

Проректор по научно-педагогической работе ДОННТУ



А.Б. Бирюков

2020 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В9 Современные источники энергии**  
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
(код и наименование направления / специальности)

Магистерская программа: Теплоэнергетика,  
Тепловые электрические станции,  
Энергетический менеджмент  
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: магистратура  
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, заочная  
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	2	2
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4,0 (144)	4,0 (144)
Контактная работа (час.), в том числе:	72	16
лекции (час.)	34	4
лабораторные работы (час.)	-	-
практические (семинарские) занятия (час.)	34	6
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	40	98
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
индивидуальное задание (кол./час.)	-	2 / 9
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Экзамен, 36	Экзамен, 36

Донецк, 2020 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)



## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы использования современных источников энергии, как традиционных так и нетрадиционных.

Цель дисциплины: приобретение студентами знаний об основных видах современных источников энергии и энергетических ресурсов, их резервах, способах переработки и использования.

Задачи дисциплины: формирование способности к определению перспектив развития и использования современных источников энергии на основе оценки их энергетического потенциала.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:** основные виды топливно-энергетических ресурсов, их классификацию и направления использования; основные тенденции развития традиционной и альтернативной энергетики; физические основы процессов получения и преобразования различных видов энергии в тепловую и электрическую энергию;

**уметь:** оценивать параметры современных источников энергии; рассчитывать мощность и конструктивные параметры энергетических установок на базе возобновляемых источников энергии; выбирать оборудование для систем комбинированного энергоснабжения;

**владеть:** навыками анализа и выбора источников энергии для обеспечения эффективного производства тепловой и электрической энергии; навыками выбора альтернативных и конкурентоспособных путей энергоснабжения на основе баланса энергопотребления и энергосбережения.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- Способность формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик оборудования, повышению экологической безопасности, улучшению условий труда, экономии ресурсов (ПК-1);

- Готовность к проведению технических расчетов по типовым методикам и проектам, технико-экономического анализа эффективности проектных решений, выбора и разработки нового теплоэнергетического и теплотехнического оборудования, систем и сетей (ПК-2);

- Способность к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства, соблюдению технологической дисциплины и методов организации труда в коллективе (ПК-3);

- Готовность использовать знания теоретических и экспериментальных методов научных исследований, принципов организации научно-исследовательской деятельности и современные достижения науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах (ПК-7);

Магистерская программа «Теплоэнергетика»:

- Способность использовать знания фундаментальных разделов для понимания и описания процессов в машинах и аппаратах теплотехнического

оборудования, системах генерации, транспорта и потребления тепла и технологических энергоносителей (ПСК-1);

Готовность участвовать в мероприятиях по освоению, разработке, модернизации и эксплуатации теплоэнергетического и теплотехнического оборудования, проводить техническое обоснование принимаемых решений с учетом экологических требований (ПСК-2).

Магистерская программа «Тепловые электрические станции»:

Способностью использовать знания фундаментальных разделов для понимания и описания физической сущности процессов, протекающих в оборудовании тепловых электрических станций, в системах генерации, транспорта и потребления тепловой и электрической энергии (ПСК-1);

Готовностью участвовать в опытно-промышленных испытаниях оборудования тепловых электрических станций, в мероприятиях по освоению, разработке, модернизации и эксплуатации оборудования с учетом экологических требований и безопасности эксплуатации (ПСК-2).

Магистерская программа «Энергетический менеджмент»:

- Способностью использовать знания фундаментальных разделов для понимания физической сущности работы энергетического оборудования, систем транспорта энергетических ресурсов с целью разработки мероприятий по повышению энергетической эффективности (ПСК-1);

- Готовностью оценить структуру потребления энергоресурсов и выявить нерациональные потери энергии в ходе технологического процесса; предложить меры по совершенствованию системы потребления, производства и распределения энергоресурсов на предприятии (ПСК-2).

## **2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин, соответствующих плану подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»: - «Альтернативные источники энергии»; - «Источники энергии»; «Источники и системы теплоснабжения».

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при:

- прохождении производственной практики: научно-исследовательская работа;
- прохождении государственной итоговой аттестации.

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная / заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ. (Семина.)	СР
Тема 1. Энергоресурсы и их использование	11 / 13	4 / 1	0 / 0	2 / 0	5 / 12
Тема 2. Циклы основных тепловых электрических станций	14 / 13	4 / 1	0 / 0	4 / 0	6 / 12
Тема 3. Гидроэлектрические станции	11 / 13	2 / 0	0 / 0	4 / 2	5 / 11
Тема 4. Солнечная энергетика	18 / 15	6 / 1	0 / 0	6 / 2	6 / 12
Тема 5. Теплонасосные установки	18 / 15	6 / 1	0 / 0	6 / 2	6 / 12
Тема 6. Геотермальная энергетика	12 / 10	4 / 0	0 / 0	4 / 0	4 / 10
Тема 7. Ветроэнергетика	12 / 10	4 / 0	0 / 0	4 / 0	4 / 10
Тема 8. Биоэнергетика	12 / 10	4 / 0	0 / 0	4 / 0	4 / 10
Индивидуальное задание	0 / 9				0 / 9
Курсовая работа (проект)	0 / 0				0 / 0
Итого по видам занятий	108 / 108	34 / 4	0 / 0	34 / 6	40 / 98
Контроль	36 / 36				
<b>ИТОГО</b>	<b>144 / 144</b>				

#### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-1	Темы 1 – 8
ПК-2	Темы 2 - 8
ПК-3	Темы 2 - 8
ПК-7	Тема 3 - 8
ПСК-1	Темы 1 – 7
ПСК-2	Темы 1 - 7

## **3.2 Лекции**

### **Тема 1. ЭНЕРГОРЕСУРСЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

Содержание темы 1:

Невозобновляемые источники энергии. Органические топлива (горючие). Состав продуктов сгорания при сжигании органических топлив. Неорганические топлива (горючие). Ядерная энергия и механизм тепловыделения. Возобновляемые источники энергии. Тепло недр Земли и толщи вод морей. Солнечная энергия. Энергия движения воздуха в атмосфере. Гидроэнергетические ресурсы.

Литература к теме 1: [\[1\]](#)

### **Тема 2. ЦИКЛЫ ОСНОВНЫХ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**

Содержание темы 2:

Общие сведения и типы электростанций. Паротурбинные электрические станции (КЭС и ТЭЦ). Цикл газотурбинной. Парогазовые установки. Атомные электрические станции (АЭС). Общие положения. Циклы АЭС и их эффективность. Циклы паротурбинных АЭС. Газоохлаждаемые паротурбинные циклы АЭС.

Литература к теме 2: [\[1\]](#)

### **Тема 3. ГИДРОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ**

Содержание темы 3:

Общие положения. Энергия речного. Схемы создания напора и основное оборудование ГЭС. Общие положения. Напоры гидроэлектрических станций. Гидротурбины. Энергия и мощность ГЭС.

Литература к теме 3: [\[1\]](#)

### **Тема 4. СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА**

Содержание темы 4:

Состояние использования солнечной энергии. Основные понятия солнечной энергетики. История применения солнечных коллекторов. Классификация солнечных коллекторов. Устройство солнечных коллекторов. Аккумуляторы теплоты. Использование солнечной энергии, использование плоских жидкостных солнечных коллекторов при теплоснабжении. Активные системы теплоснабжения. Двухконтурная активная система использования солнечной энергии. Пассивные системы солнечного теплоснабжения. Гелиоаэробарическая теплоэлектростанция.

Литература к теме 4: [\[2\]](#)

### **Тема 5. ТЕПЛОНАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ**

Содержание темы 5:

история создания тепловых насосов. Классы тепловых насосов. Тепловой насос на эффекте Пельтье. Испарительные компрессионные тепловые насосы. Испарительные абсорбционные (диффузионные) тепловые насосы. Принцип действия испарительного компрессионного теплового насоса. Оборудование тепловых насосов. Компрессоры. Теплообменники. Дроссели и детандеры. Рабочее тело. Тепловой процесс в компрессионном тепловом насосе.

Термодинамические основы работы компрессионных тепловых насосов. Эксергия потока тепла. Эксергия потока вещества (рабочего тела). Эксергетический анализ работы тепловых насосов. Расчет основных параметров теплонасосной установки. Принципиальная схема теплового насоса типа «воздух–вода» НКВ-60-2-8. Источники теплоты. Схемы тепловых насосов, использующих солнечную энергию.

Литература к теме 5: [2]

## **Тема 6. ГЕОТЕРМАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА**

Содержание темы 6:

Состояние использования тепловой энергии Земли (геотермии). Технологии освоения геотермальных ресурсов. Основные направления использования геотермальной энергии. Грунт как источник низкопотенциальной тепловой энергии Земли. Термальные воды в отоплении и горячем водоснабжении. Геотермальные воды в сельском хозяйстве. Использование геотермальных источников для получения электроэнергии. Принципы работы геотермальных электростанций. Геотермальные ТЭС на месторождениях пароводяной смеси с конденсационными турбинами. Геотермальные ТЭС на месторождениях пароводяной смеси или геотермальных рассолов с конденсационными турбинами и одно- или многократным расширением геотермального флюида. Геотермальные ТЭС с использованием низкокипящих чистых или смесевых рабочих тел. Геотермальные ТЭС комбинированного цикла с паровой турбиной в верхнем цикле и низкокипящим рабочим телом в нижнем цикле. Паротурбинные геотермальные энергоустановки. Турбокомпрессорные геотермальные энергоустановки. Особенности работы геотермальных электростанций. Особенности использования низкотемпературных геотермальных вод для производства электроэнергии.

Литература к теме 6: [2]

## **Тема 7. ВЕТРОЭНЕРГЕТИКА**

Содержание темы 7:

Состояние использования энергии ветра. Ветроэнергетика как отрасль науки. Типы современных ветродвигателей. Классификация ветроэнергетической техники. Типы современных ветродвигателей. Ветроприемные устройства с горизонтальной осью вращения. Ветродвигатели с вертикальной осью вращения. Принцип действия ветродвигателей с вертикальной осью вращения. Вертикально-осевые ветродвигатели «подъемной силы». Вертикально-осевые ветродвигатели «дифференциального лобового сопротивления». Комбинированные вертикально-осевые ветродвигатели. Принципы преобразования энергии ветра для работы крыльчатого ветродвигателя. Энергетические характеристики ветродвигателей. Тенденции развития вертикально-осевых ветроэнергетических установок (ВО ВЭУ). Технические средства ветроэнергетики. Особенности современной ветроэнергетической техники. Типы ветродвигателей. Регулирование горизонтально-осевого ветродвигателя. Регулирование вертикально-осевого ветродвигателя. Устройство ветряной турбины. Насосные ветроагрегаты с механическим приводом рабочего органа. Пневматические ветроагрегаты.

Литература к теме 7: [2]

## Тема 8. БИОЭНЕРГЕТИКА

Содержание темы 8:

Методы переработки биомассы во вторичный энергоноситель (биотопливо). Упрощенная схема производства биоэтанола и биобутанола в России. Процесс получения биогаза. Цели использования биогазовой технологии. Этапы процесса производства биогаза. Технологические схемы и оборудование биогазовых установок. Классификация технологических схем. Метод работы на жидких субстратах. Оборудование биогазовых установок. Биогазовые установки. Простейшие биогазовые установки для индивидуальных хозяйств. Биоэнергетические установки для сельского хозяйства (Россия). Обобщенная схема биогазовой установки. Использование биогаза. Проектирование биогазовых установок на базе отходов животноводческих ферм. Технологический расчет биогазовых установок. Проектирование конструктивных параметров биогазовой установки.

Литература к теме 8: [2]

### 3.3 Практические занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/ заочн.	Литература
1	Получение и использование биогаза.	4 / 1	[1, 2]
2	Использование солнечной энергии в теплоснабжении. Контрольная работа №1	6 / 2	[1, 2]
3	Расчет параметров мини-ГЭС.	4 / 1	[1, 2]
4	Использование тепловой энергии океана.	4 / 2	[1, 2]
5	Применение тепловых трансформаторов. Контрольная работа №2	16 / 2	[1, 2]
<b>ИТОГО:</b>		<b>34 / 6</b>	

### 3.4 Лабораторные работы

В учебном плане не запланировано.

### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн.
1	Изучение лекционного материала	20 / 45
2	Подготовка к практическим занятиям	20 / 44
3	Подготовка к лабораторным работам	- / -
4	Выполнение курсового проекта	- / -
5	Выполнение курсовой работы	- / -
6	Выполнение индивидуального задания	0 / 9
<b>ИТОГО:</b>		<b>40 / 98</b>



### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Выполнение курсовой работы (проекта) в учебном плане не запланировано. Программой дисциплины заочной формы обучения предусмотрено выполнение студентами **индивидуальной работы**.

Задание на индивидуальную работу определяется преподавателем.

В работе предлагается исследовать целесообразность и возможность регулирования нагрузок в схеме источника теплоэлектроснабжения с помощью тепловых насосов, рассчитав и проанализировав получаемую экономию при внедрении проекта по замещению нагрузок котельной за счет мини-ТЭЦ, которая включает газопоршневую когенерационную и теплонасосную установки.

Тема работы может определяться в направлении научно-исследовательской работы, проводимой студентом. В этом случае тема определяется совместно со студентом и его научным руководителем.

## 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. Не ориентируется в специальной научной литературе ;

- 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 в соответствии со списком, приведенном в рабочей программе дисциплины;
- 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 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

### Вопросы к экзамену:

1. Невозобновляемые источники энергии. Органические топлива (горючие).
2. Состав продуктов сгорания при сжигании органических топлив.
3. Неорганические топлива (горючие).
4. Ядерная энергия и механизм тепловыделения.
5. Возобновляемые источники энергии. Общая характеристика.
6. Тепло недр Земли и толщи вод морей.
7. Солнечная энергия.
8. Энергия движения воздуха в атмосфере.
9. Гидроэнергетические ресурсы.
10. Общие сведения и типы электростанций.
11. Паротурбинные электрические станции (КЭС и ТЭЦ).
12. Цикл газотурбинной. Парогазовые установки.
13. Атомные электрические станции
14. Схемы создания напора и основное оборудование ГЭС.
15. Напоры гидроэлектрических станций.
16. Гидротурбины. Энергия и мощность ГЭС.
17. Состояние использования солнечной энергии. Основные понятия солнечной энергетики.
18. Классификация солнечных коллекторов.
19. Устройство солнечных коллекторов.
20. Аккумуляторы теплоты.
21. Использование солнечной энергии.
22. Использование плоских жидкостных солнечных коллекторов при теплоснабжении.
23. Активные системы теплоснабжения.
24. Двухконтурная активная система использования солнечной энергии. Пассивные системы солнечного теплоснабжения.
25. Гелиоаэробарическая теплоэлектростанция.
26. Классы тепловых насосов.
27. Тепловой насос на эффекте Пельтье.
28. Испарительные компрессионные тепловые насосы.
29. Испарительные абсорбционные (диффузионные) тепловые насосы. Принцип действия испарительного компрессионного теплового насоса.
30. Оборудование тепловых насосов. Компрессоры. Теплообменники. Дроссели и детандеры.
31. Рабочее тело.
32. Тепловой процесс в компрессионном тепловом насосе.
33. Термодинамические основы работы компрессионных тепловых насосов.
34. Эксергия потока тепла. Эксергия потока вещества (рабочего тела). Эксергетический анализ работы тепловых насосов.
35. Расчет основных параметров теплонасосной установки.

- 36.. Состояние использования тепловой энергии Земли (геотермии).
37. Технологии освоения геотермальных ресурсов.
38. Основные направления использования геотермальной энергии.
39. Грунт как источник низкопотенциальной тепловой энергии Земли.  
Термальные воды в отоплении и горячем водоснабжении.
40. Геотермальные воды в сельском хозяйстве.
41. Использование геотермальных источников для получения электроэнергии.  
Принципы работы геотермальных электростанций.
42. Геотермальные ТЭС на месторождениях пароводяной смеси с конденсационными турбинами.
43. Геотермальные ТЭС на месторождениях пароводяной смеси или геотермальных рассолов с конденсационными турбинами и одно- или многократным расширением геотермального флюида.
44. Геотермальные ТЭС с использованием низкокипящих чистых или смесевых рабочих тел.
45. Геотермальные ТЭС комбинированного цикла с паровой турбиной в верхнем цикле и низкокипящим рабочим телом в нижнем цикле.  
Паротурбинные геотермальные энергоустановки.
46. Турбокомпрессорные геотермальные энергоустановки.
47. Особенности работы геотермальных электростанций.
48. Особенности использования низкотемпературных геотермальных вод для производства электроэнергии.
49. Ветроэнергетика как отрасль науки.
50. Типы современных ветродвигателей.
51. Классификация ветроэнергетической техники.
52. Типы современных ветродвигателей.
53. Ветроприемные устройства с горизонтальной осью вращения.  
Ветродвигатели с вертикальной осью вращения.
54. Принцип действия ветродвигателей с вертикальной осью вращения.
55. Вертикально-осевые ветродвигатели «подъемной силы».
56. Вертикально-осевые ветродвигатели «дифференциального лобового сопротивления».
57. Комбинированные вертикально-осевые ветродвигатели.
58. Принципы преобразования энергии ветра для работы крыльчатого ветродвигателя.
59. Энергетические характеристики ветродвигателей.
60. Технические средства ветроэнергетики.
61. Особенности современной ветроэнергетической техники.
62. Устройство ветряной турбины.
63. Насосные ветроагрегаты с механическим приводом рабочего органа.
64. Пневматические ветроагрегаты.
65. Методы переработки биомассы во вторичный энергоноситель (биотопливо).
66. Упрощенная схема производства биоэтанола и биобутанола в России.
67. Процесс получения биогаза.
68. Цели использования биогазовой технологии.



69. Этапы процесса производства биогаза.
70. Технологические схемы и оборудование биогазовых установок.  
Классификация технологических схем.
71. Метод работы на жидких субстратах.
72. Оборудование биогазовых установок.
73. Биогазовые установки.
74. Простейшие биогазовые установки для индивидуальных хозяйств.
75. Биоэнергетические установки для сельского хозяйства (Россия).
76. Обобщенная схема биогазовой установки.
77. Использование биогаза.
78. Проектирование биогазовых установок на базе отходов животноводческих ферм.
79. Технологический расчет биогазовых установок.
80. Проектирование конструктивных параметров биогазовой установки.

### Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»	
Программа подготовки	магистратура <small>(бакалавриат, специалитет, магистратура)</small>
Направление подготовки:	13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» <small>(код, название)</small>
Магистерская программа:	Теплоэнергетика, Тепловые электрические станции, Энергетический менеджмент <small>(название)</small>
Семестр:	2
Учебная дисциплина:	Современные источники энергии

### Экзаменационный билет №1

1. Возобновляемые источники энергии. Общая характеристика.
2. Геотермальные ТЭС на месторождениях пароводяной смеси с конденсационными турбинами.
3. Определить суточный выход биогаза из реактора и количество тепла, которое может быть получено от его сжигания. Тип биомассы: свиной навоз. Суточное количество биомассы, поступающей на переработку: 5,0 т/сут. Плотность навоза: 1070 кг/м<sup>3</sup>. Температура процесса анаэробного сбраживания: 35°C.

Утверждено на заседании кафедры		Промышленная теплоэнергетика <small>(наименование кафедры полностью)</small>	
Протокол	№	от	20 г.
Зав. кафедрой			Сафьянц С.М. <small>(подпись)</small>
Экзаменатор			Сафьянц С.М. <small>(подпись)</small>
			<small>(Ф.И.О.)</small>

### **4.3 Критерии оценивания**

Оценивание знаний обучающихся выполняется путем суммирования количества баллов, полученных за текущее обучение, итоговый письменный контроль по дисциплине и научную (самостоятельную) работу. Все формы контроля тесно взаимосвязаны и организованы таким образом, чтобы стимулировать у обучающихся эффективную научную (самостоятельную) работу в течение семестра и обеспечить объективное оценивание их знаний, полученных на протяжении всего периода изучения дисциплины.

## **I СТРУКТУРА ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ**

Оценивания знаний студентов и распределение баллов по соответствующим формам контроля осуществляется по следующим категориям.

### **1. Текущее оценивание обучающихся на занятиях**

Текущий контроль систематичности и активности работы студентов над изучением дисциплины определяется как сумма баллов, полученных в результате оценивания соответствующих форм контроля, к которым относятся: присутствие на занятиях (с наличием конспекта лекций), оценивание уровня подготовленности к занятиям, оценка за выполнение индивидуального задания (расчетного или учебно-исследовательского) в соответствии с таблицей 1.

Задачей текущего контроля является проверка понимания и усвоения учебного материала, умений самостоятельно прорабатывать учебный материал базового и углубленного уровней, способности осмыслить содержание темы или раздела дисциплины, приобретенных навыков выполнения расчетных заданий, умений публично и письменно представить результаты самостоятельной работы.

Текущий контроль уровня знаний осуществляется в течение семестра.

Объекты текущего контроля:

- систематичность и активность работы на занятиях;
- качество выполнения заданий для самостоятельной проработки (домашних заданий);
- качество выполнения контрольных заданий.

Формами осуществления текущего контроля являются:

- устные опросы на лекциях и практических занятиях по контрольным программным вопросам текущей и предыдущих тем;
- миниконтрольные работы, которые проводятся в начале занятия;
- экспресс-тестирование по ключевым аспектам тем курса, которое может осуществляться в начале, в процессе или в конце занятия;
- оценка уровня выполнения письменных домашних заданий;
- проверка практических навыков решения проблем (задач), приобретенных студентами в процессе изучения дисциплины;

– оценка степени активности студентов и качества их выступлений и комментариев при проведении дискуссий на занятиях.

Оценке текущего обучения подлежат:

- присутствие студента на лекции или в случае его отсутствия по уважительным причинам наличие полного конспекта по пропущенной теме.

- оценивания знаний студентов на занятиях (миниконтрольные, тестовый опрос, устный опрос) с обязательным выставлением оценки на занятиях. Оценка фиксируется в «Журнале ведения учета знаний студентов за семестр». Миниконтрольные проводятся в начале занятия в течение 20 мин. (максимально), следующая часть занятия проводится в соответствии с планом рабочей программы.

## **2. Промежуточный письменный контроль**

Предусматривается проведение двух промежуточных письменных контрольных работ (№1 и №2) в виде контрольной, перечень вопросов которых охватывает по 50% содержательных тем, определенных рабочей программой. Каждый промежуточный контроль оценивается и в «Журнале ведения учета знаний студентов за семестр» выставляется соответствующее количество баллов (таблица 1).

При выполнении промежуточных контрольных работ оценке подлежат теоретические знания и практические навыки, которые приобрели студенты после изучения определенного тематического раздела.

В состав заданий конкретной промежуточной контрольной работы, согласно специфики специальности, потока, группы, уровня усвоения программного материала студентами, а также в зависимости от степени подготовленности и активности группы, продемонстрированных на предыдущих занятиях, могут, в разном количестве и соотношении, включаться:

- теоретические вопросы нормативного или проблемного характера;
- тестовые задания;
- графоаналитические задачи;
- творческие задания;
- аналитико-расчетные задачи.

Порядок и время проведения промежуточных контрольных работ определяется преподавателем.

Пересдача промежуточных контрольных работ до конца экзаменационной сессии с целью повышения оценки не разрешается.

## **3. Индивидуальное расчетное или учебно-исследовательское задание**

Элементом текущего оценивания знаний студентов является выполнение индивидуального расчетного или учебно-исследовательского задания, которое оценивается в соответствии с таблицей. Условия для индивидуального задания определяются преподавателем, который ведет лекционные занятия.

Объектами контроля являются:

- характер результатов, полученных в процессе выполнения заданий для самостоятельной работы (самостоятельная обработка тем в целом или отдельных вопросов) и озвученных на занятиях;
- уровень подготовки и презентации рефератов, докладов, сообщений, эссе и др.;
- качество подготовки конспектов учебных или научных текстов;
- качество выполнения задач расчетного, научно-исследовательского или прикладного характера.

Основными формами осуществления контроля являются:

- оценка качества выполнения письменных заданий самостоятельной проработки темы в целом или отдельных вопросов, конспектирование учебных и научных текстов;
- оценивание содержания, качества докладов, сообщений, рефератов, эссе и т.п.; проверка уровня проработки индивидуальных заданий расчетного, научно-исследовательского или прикладного характера;
- проверка соблюдения графика выполнения заданий.

#### **4. Научная работа**

Студенты, которые принимали активное участие в работе студенческого научного общества, представляли свои научные работы на конференциях или конкурсах по дисциплине или смежным дисциплинам (если таковые имели место в течение текущего семестра), имеют право дополнительно получить определенное количество баллов к общей оценке итогового контроля успеваемости.

#### **5. Итоговый контроль по дисциплине**

Итоговый контроль знаний студентов в соответствии с учебным планом осуществляется в виде экзамена.

Задачей экзамена является проверка понимания студентом программного материала в целом, логики и взаимосвязей между отдельными разделами, способности творчески использовать накопленные знания.

Объектом итогового контроля знаний являются результаты выполнения письменных и устных (при необходимости) экзаменационных задач.

Обязательным условием итогового контроля является то, что в случае завершения дисциплины формой контроля “экзамен” – количество баллов, полученных по результатам сдачи письменной экзаменационной работы, должно быть больше «0». Сдача экзамена в виде автоматического выставления оценки за текущее обучение как стимул регулярного и ритмичного обучения – не допускается.

При оценке результатов экзамена следует руководствоваться следующими рекомендациями:

- **«27-30 баллов»** заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение



свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, **«27-30 баллов»** выставляется студенту, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы (при необходимости) в рамках основной программы дисциплины экзамена, правильно выполнившему практическое задание;

- **«21-26 баллов»** заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, **«21-26 баллов»** выставляется студенту, показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета правильно выполнившему практическое задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки;

- **«15-20 баллов»** заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, **«15-20 баллов»** выставляется студентам, допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию экзаменатора выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины;

- **«1-14 баллов»** выставляется студенту обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, **«1-14 баллов»** ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине, не ответившим на все вопросы билета и дополнительные вопросы, и неправильно выполнившим практическое задание. Неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления **«1-14 баллов»**.

**«0 баллов»** выставляется если студент:

- после начала экзамена отказался его сдавать;
- нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

В случае получения **«0 баллов»** при сдаче экзамена итоговое количество баллов за дисциплину не может превышать **59 баллов**.

У обучающегося имеется возможность (при согласии лектора) отказаться от ранее набранного количества баллов. В этом случае итоговое оценивание осуществляется по результатам сдачи письменной работы на экзамене. Итоговое количество баллов в этом случае определяется пропорционально коэффициента **«К»**, определяемого по формуле:

$$K = B_{\text{Экз.}}^T \cdot (B_{\text{ауд.}} + B_{\text{Экз.}} + B_{\text{пром.}}) / (B_{\text{Экз.}} + B_{\text{сам.}}),$$

где  $B_{\text{Экз.}}^T$  – фактическое количество баллов за письменную экзаменационную работу;

$B_{\text{ауд.}}$  – максимальное количество баллов за аудиторные занятия;

$B_{\text{Экз.}}$  – максимальное количество баллов за письменную экзаменационную работу;

$B_{\text{пром.}}$  – максимальное количество баллов за промежуточный контроль;

$B_{\text{сам.}}$  – максимальное количество баллов за самостоятельную работу.

Максимальное количество баллов, которые студент может получить по каждому содержательному модулю при изучении предмета приведено в таблице 1 «Распределение баллов, которые получают студенты при изучении предмета».

### Распределение баллов, которые получают студенты при изучении предмета

Вид деятельности	Количество баллов	
	Очная форма 2 сем.	Заочная форма 2 сем.
<b>Аудиторные занятия*<sup>1</sup>, в том числе:</b>	<b>0-60*<sup>1</sup></b>	<b>0-20*<sup>1</sup></b>
- работа на лекционных занятиях	0-30	0-10
- работа на практических (семинарских) занятиях	0-30	0-10
- работа на лабораторных занятиях	-	-
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>0-5</b>	<b>0-50</b>
- подготовка к аудиторным занятиям	-	-
- выполнение индивидуального задания	-	0-25
- ведение конспекта	0-5	0-25
<b>Проведение промежуточных контрольных работ, в том числе:</b>	<b>0-5</b>	<b>-</b>
- написание контрольной работы №1	0-2	-
- написание контрольной работы №2	0-3	-
<b>Форма промежуточной аттестации, в том числе:</b>	<b>0-30</b>	<b>0-30</b>
- зачет (подведение результатов работы)	-	-
- экзамен (письменная работа)	0-30	0-30
<b>Дополнительные баллы*<sup>2</sup></b>	<b>0-10*<sup>2</sup></b>	<b>0-10*<sup>2</sup></b>
<b>Итого</b>	<b>0-100</b>	<b>0-100</b>

#### Примечание:

1) Количество баллов за каждый содержательный раздел делится на следующие категории:

а) лекции:

- посещение занятий

50%;

- активность во время занятий 50%.
- б) практические занятия:
  - посещение занятий 50%;
  - активность во время занятий 50%.

2) Дополнительно предусмотрено получения дополнительных баллов за творческий подход студентом при изучении дисциплины – максимальное количество баллов – 10 (Баллы не учитываются при получении общего суммарного количества баллов по другим видам работ более чем 100). Под творческим подходом подразумевается научная работа по направлению дисциплины (участие в олимпиадах, конкурсах, написание научных статей, выполнение индивидуальных творческих проектов и т.д.).

## II ИТОГОВАЯ СЕМЕСТРОВАЯ ОЦЕНКА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Итоговая семестровая оценка по дисциплине по шкале ECTS и национальной выставляется на основании суммарного количества баллов, которые набрал студент в соответствии с таблицей «Шкала оценивания: национальная и ECTS».

### Шкала оценивания: национальная и ECTS

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка ECTS	Оценка по национальной шкале
90-100	<b>A</b>	отлично
80-89	<b>B</b>	хорошо
75-79	<b>C</b>	
70-74	<b>D</b>	
60-69	<b>E</b>	удовлетворительно
35-59	<b>FX</b>	неудовлетворительно с возможностью повторной сдачи
1-34	<b>F*</b> (смотри примечание)	неудовлетворительно с обязательным повторным изучением дисциплины
-1		не явился
-3		освобождение
-7		не допущен

**Примечание:** \* - оценка F выставляется только при сдаче экзамена (итогового семестрового модульного контроля) комиссии.

### 4.4 Пример текущего опроса на практических занятиях

**На примере темы «Получение и использование биогаза»:**

- 1) Рассмотреть технические параметры работы биогазовой установки.
- 2) Как определить выход биогаза.

3) Рассмотреть количество тепловой энергии, которую можно получить за счет использования биогазовой установки.

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

#### **4.5 Курсовое проектирование**

*Выполнение курсовой работы (проекта) в учебном плане не запланировано.*

### **5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### ***I Основная литература***

1. Основы энергетики [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлениям 654500 "Электромеханика, электротехника и электротехнологии" и 650900 "Электроэнергетика" / Г. Ф. Быстрицкий ; Г.Ф. Быстрицкий. - 3-е изд., стер. - 26 Мб. - Москва : КНОРУС, 2012. - 1 файл. - (Для бакалавров). - Систем. требования: Acrobat Reader. - ISBN 978-5-406-02166-8. <http://ed.donntu.org/books/cd5866.pdf>

#### ***II Дополнительная литература***

2. Земсков В.И. Возобновляемые источники энергии в АПК [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В.И. Земсков. - 5 Мб. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/20/cd9564.pdf>

3 Баранов Н.Н. Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Н.Н. Баранов. - 7 Мб. - Москва : МЭИ, 2012. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.org/books/20/cd9569.pdf>

### **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

4. Методические указания к выполнению практических и контрольных по дисциплинам «Нетрадиционные источники энергии», «Современные источники энергии» [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерская программа «Теплоэнергетика», «Тепловые электрические станции», «Энергетический менеджмент») всех форм обучения составителей: С.М. Сафьянц, А. Л. Попов, Е. К. Сафонова, Н.В. Колесниченко, Д. Л. Безбородов, Ю. А. Боев – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. [http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/18\\_b1v9\\_p\\_sie\\_1233.pdf](http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/18_b1v9_p_sie_1233.pdf).

5. Методические указания к выполнению индивидуальной работы по дисциплинам «Нетрадиционные источники энергии», «Современные источники



энергии» [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерская программа «Энергетический менеджмент», «Теплоэнергетика», «Тепловые электрические станции») всех форм обучения составителей: С.М. Сафьянц, А. Л. Попов, Е. К. Сафонова, Н.В. Колесниченко, Д. Л. Безбородов, Ю. А. Боев – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. [http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/18\\_b1v9\\_r\\_sie\\_1233.pdf](http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/18_b1v9_r_sie_1233.pdf).

6. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Современные источники энергии» [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (магистерская программа «Теплоэнергетика», «Тепловые электрические станции», «Энергетический менеджмент») всех форм обучения. составителей: С.М. Сафьянц, А. Л. Попов, Е. К. Сафонова, Н.В. Колесниченко, Д. Л. Безбородов, Ю. А. Боев – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. [http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/18\\_b1v9\\_s\\_sie\\_123.pdf](http://kpt.fmt.donntu.org/sites/default/files/18_b1v9_s_sie_123.pdf).

### **Электронно-информационные ресурсы**

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>.

Портал по энергосбережению «Энергосовет» - <http://www.energsovet.ru/>.

Электронная библиотека учебников: скачать учебники, лекции, доклады, монографии - <http://studentam.net>.

Электронно-библиотечная система IPRbooks / Каталог книг - <http://www.iprbookshop.ru/586.html>.

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Учебная аудитория (лаборатория) №5151 учебный корпус 5 для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (специализированная мебель: доска аудиторная, столы преподавателя и аудиторные, стулья преподавателя и аудиторные, шкафы; мультимедийное оборудование: переносной компьютер (notebook) HP ProBook6560B (операционная система Linux Ubuntu 12.04 LTS (GNU GPL), LibreOffice 3.4.3 (GNU GPL)), переносной компьютер (notebook) Toshiba Sattelite 1805 (операционная система Linux Xubuntu 12.04.1 LTS (GNU GPL), Abiword 2.9.2 (GNU GPL)), переносной компьютер (notebook) ASUS X-51L (операционная система Linux Ubuntu 10.04 LTS (GNU GPL), OpenOffice.org 2.4 (GNU GPL)), аудиокolonки F&D, аудиокolonки Teac 80W, кодоскоп ПОЛИЛЮКС (2 шт.), переносной мультимедийный проектор OPTOMA EP774, переносной экран (2 шт.); оборудование: вольтметр М-381, компрессор универсальный УК-2, кондиционер воздуха Азербайджан-4м (макет), лабораторная установка для изучения процессов теплопередачи, лабораторная установка «Исследование коэффициента теплоотдачи», лабораторная установка исследования

теплопроводности, лабораторная установка «Исследование теплопроводности - ТМО 1б», лабораторная установка ТМО 2А, лабораторная установка ТМО 2б, лабораторная установка ТМО 3А, микровольт-микроамперметр Ф 116/2, потенциометр КСП-4/ЭПП-09 (3 шт.), прибор определения коэффициента теплопроводности ИТ-3, пылесос Буран-3, регулятор напряжения РНШ Э-378 (4 шт.), сетевой фильтр удлинитель, трансформатор «Латр-2М», электроплатенце; комплект переносного оборудования (газоанализатор МАК-2000М; газоанализатор W-TEST-8200, толщиномер ультразвуковой ТТ 100, комплект расходомериста Лебедь КР 01, комплект для поиска скрытых коммуникаций LKZ-700, токоизмерительные клещи ВМ 151, дальномер лазерный Disto D3а, термометр контактный ТК-5.11 с зондом, толщиномер ультразвуковой ТУЗ-1, люксметр ТЕС 0693, пирометр ЭПиR-632, шумомер DB 100, прибор multifunctional AMI 300 CLA (определение параметров окружающей среды), фотоаппарат CANON EOS-450D в комплекте, фотоштатив Continent B1 H=420-1300 мм.); учебно-наглядные пособия: комплект информационных учебно-наглядных пособий в соответствии с видом учебной деятельности).

2. 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.