

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по учебной работе

МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

О.И.Родькин

« 28 »

2022

Регистрационный № УД-2022/уч.



ТОПЛИВО И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине
для специальности:

1-43 01 06 Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-43 01 06-2021 от 25.04.2022 г. и учебных планов учреждения образования рег. №133-21/уч. от 14.05.2021 г. и № 136-21/ уч.инт.з. от 14.05.2021 г. для специальности 1-43 01 06 Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент

СОСТАВИТЕЛЬ:

А.А. Бутько, старший преподаватель кафедры энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат технических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 29.11.2022 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 27.12.2022 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Использование энергоресурсов в различных отраслях экономики объективно для всех стран и сохранится в XXI веке. Валовый внутренний продукт и комфортность жизни корреляционно определяются энергопотреблением, производительность труда – энерговооруженностью. Рациональное потребление энергоресурсов на душу населения актуально для Республики Беларусь, где годовое их вдвое ниже, чем в США.

Уровень же удельных и общих расходов энергоресурсов недопустимо высок практически на все виды выпускаемой продукции (ВВП). Энергоемкость национального дохода в 1,6-2,0 раза выше, чем в развитых странах. За последние 15 лет энергоемкость ВВП в РБ уменьшилась на 55-60 %.

Эффективность использования энергоресурсов – важнейшая часть обеспечения энергетической безопасности страны. Энергетической стратегией Республики Беларусь на период до 2020 г. предусмотрено инновационное и опережающее развитие отраслей топливно-энергетического комплекса, обеспечивающее производство конкурентоспособной продукции на уровне мировых стандартов при безусловном надежном и эффективном энергообеспечении всех отраслей экономики и населения.

Одной из важнейших задач ближайшего периода является создание новых организационных основ для эффективного развития и функционирования энергетики в условиях рыночных отношений. При этом снижение удельного расхода топлива на производство электроэнергии должно составить 25- 30 г у.т./кВт·ч, тепловой энергии 15-20 кг у.т./Гкал.

Дисциплина «Топливо и его использование» является неотъемлемым звеном подготовки специалистов в области энергоэффективных технологий. Полученные знания в дальнейшем используются при выполнении дипломного проекта и решении проблем энергоэффективности систем энергоснабжения предприятий.

Цель дисциплины – формирование профессиональных знаний, умений и практических навыков в области эффективного использования котельно-печного топлива.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование и развитие у студента социально-профессиональной компетенции, позволяющей сочетать академические, профессиональные, социально-личностные компетенции для решения задач в сфере профессиональной и социальной деятельности;
- формирование профессиональных компетенций для работы в области эффективного использования топливно-энергетических ресурсов в народном хозяйстве Республики Беларусь.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении таких специальных дисциплин как: «Механика жидкости и газа», «Прикладная механика», «Системы автоматизированного проектирования», «Современные

технологии решения инженерных задач», «Теплопередача», Термодинамика», «Учет, контроль и регулирование энергоресурсов», «Электротехника и промышленная электроника», «Энергопотребление в зданиях и сооружениях», «Энергопреобразующие машины», а также других дисциплин изучаемых студентом в соответствии с учебным планом его профессиональной подготовки.

Подготовка специалиста в рамках дисциплины «Топливо и его использование» должна обеспечить формирование следующих компетенций:

- (УК-1) владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации;
- (УК-5) быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности;
- (УК-6) проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности;
- (СК-11) понимать и применять способы использования ископаемых видов топлива с учетом их воздействия на окружающую среду.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- законодательные, нормативные документы и стандарты Республики Беларусь регламентирующие контроль, оценку эффективности использования ТЭР в комплексах взаимосвязанных энергетических систем предприятий и установок получения, преобразования, транспорта энергии в системах энергоснабжения;
- систему и формы государственной статистической отчетности по использованию предприятиями ТЭР;
- основные процессы, протекающие в котельных агрегатах;
- принципы работы и основные характеристики котельных агрегатов;
- конструкции и условия работы основных элементов и вспомогательного оборудования котельных установок;

уметь:

- использовать научно-техническую литературу при решении инженерно-технических задач;
- анализировать условия эксплуатации котлов и котельного оборудования.

владеть:

- методами разработки и анализа энергетических балансов, по видам энергоносителей, источников энергии, систем энергоснабжения и методами расчетов горения различных видов топлива, составления материальных и тепловых балансов в котельном агрегате;
- методами расчетов гидравлического и аэродинамического расчетов котельного агрегата;
- методами расчета основных элементов технологических схем паровых и водогрейных котлов;

- методами сравнительного анализа и оценки эффективности использования энергии в системах энергоснабжения предприятий в проектном варианте, относительно базового варианта;

- методами выполнения укрупненных расчетов по обоснованию инвестиций в реализацию технических решений, предлагаемых в результате оценки эффективности использования энергии в системах энергоснабжения предприятий.

В соответствии со стандартом специальности и учебным планом дисциплина «Эффективность энергетических систем» изучается в объеме 108 часов, в т. ч. 68 аудиторных часов – очная форма обучения и 16 аудиторных часов – заочная форма обучения. Из них для очной формы обучения 34 часа лекций, 18 часов лабораторных занятий и 16 часов практических занятий, для заочной формы обучения 6 часов лекций, 6 часов лабораторных занятий и 4 часа практических занятий.

Студенты выполняют курсовую работу по дисциплине на тему «Поверочный расчет котельного агрегата». На выполнение курсовой работы учебным планом предусмотрено 40 часов. Цель выполнения курсовой работы – формирование профессиональных знаний и практических навыков в области эффективного использования котельно-печного топлива.

Форма получения высшего образования – дневная и заочная.

Форма текущей аттестации – зачет в 6 семестре для студентов дневной формы получения высшего образования, зачет в 8 семестре – для заочной.

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (в том числе курсовой работы 1 зачетная единица).

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Энергетическое топливо и его характеристики

Элементарный состав топлива. Теплота сгорания. Выход летучих веществ и свойства твердого горючего остатка. Минеральные примеси топлива. Влага топлива. Классификация топлива.

Тема 2. Горение топлива

Общие сведения о горении топлива. Элементы теории горения топлива. Материальный баланс горения. Теоретический объем воздуха и продуктов сгорания. Коэффициент избытка воздуха и действительный объем продуктов сгорания. Энтальпия продуктов сгорания.

Тема 3. Эффективность использования топлива

Общие понятия о тепловом балансе. Характеристика потерь тепла. Коэффициент полезного действия котельного агрегата. Составление теплового баланса котельного агрегата при тепловом расчете.

Тема 4. Топочные устройства

Основные положения и классификация газомазутных горелочных устройств. Конструкции газомазутных горелочных устройств. Газомазутные предтопки и горелочные устройства с двуступенчатым сжиганием топлива. Слоевые топочные устройства для сжигания твердого топлива. Пылеугольные топочные устройства и горелки.

Тема 5. Основы гидравлического расчета котельного агрегата и температурный режим поверхностей нагрева

Режимы и параметры течения пароводяной смеси. Условия охлаждения металла поверхностей нагрева. Основы гидравлического расчета разомкнутой системы. Основы гидравлического расчета замкнутой системы.

Тема 6. Условия работы поверхностей нагрева

Поведение минеральных примесей топлива в котельном агрегате. Загрязнение поверхностей нагрева летучей золой. Износ поверхностей нагрева летучей золой. Коррозия поверхностей нагрева со стороны греющих газов.

Тема 7. Конструкции элементов котла

Бараны паровых котлов и внутрибаранные устройства. Экранные поверхности нагрева. Перегреватели. Экономайзеры. Воздухоподогреватели. Основы расчета пароперегревателей, водяных экономайзеров и воздухоподогревателей.

Тема 8. Каркас, обмуровка, гарнитура и арматура котла

Каркас. Обмуровочные ограждения и тепловая изоляция. Гарнитура котла. Арматура

Тема 9. Теплопередача и тепловой расчет котельного агрегата

Теплопередача в топочной камере. Теплопередача в конвективных поверхностях нагрева. Теплопередача в ширмовых поверхностях нагрева. Задачи, методы и последовательность теплового расчета.

Тема 10. Баланс воды и водоподготовка

Расчет потребления воды. Водно-химические характеристики природных вод. Химическая очистка воды, требования к качеству пара, питательной и котловой воде. Внутрикотловая обработка воды. Докотловая подготовка воды. Расчет величины продувки и использование ее теплоты. Деаэрация и установки для подачи воды в котлы и тепловые сети.

Тема 11. Тяго-дутьевые установки

Общие сведения. Аэродинамическое сопротивление котельной установки. Естественная тяга. Искусственная тяга. Выбор тяго-дутьевых машин и электродвигателей. Размещение дутьевых и дымососных агрегатов. Конструкции дымовых труб.

Тема 12. Топливное хозяйство

Топливное хозяйство при использовании твердого топлива. Топливное хозяйство при использовании жидкого топлива. Топливное хозяйство при использовании газообразного топлива.

Тема 13. Золоулавливание и золошлакоудаление

Общие сведения. Классификация систем золоулавливания. Химические процессы, протекающие в золоуловителях. Сухие инерционные золоуловители. Мокрые золоуловители. Электрофильтры. Классификация систем золошлакоудаления.

Тема 14. Техничко-экономические показатели котельных

Общие показатели. Особенность производства тепловой энергии и планирования работы теплостанции. Количественные и качественные показатели работы теплостанции. Себестоимость производства тепловой энергии и особенности ее расчета. Определение сравнительной экономической эффективности капиталовложений.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ
(для очной формы получения высшего образования)

Номер раздела темы	Наименование раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля занятий
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Семинарские занятия	Иное		
1	Энергетическое топливо и его характеристики	2		18				защита лабораторных работ
2	Горение топлива	2	2					защита отчетов
3	Эффективность использования топлива	2	4					защита отчетов
4	Топочные устройства	2						дискуссия
5	Основы гидравлического расчета котельного агрегата и температурный режим поверхностей нагрева	2						проверка конспектов
6	Условия работы поверхностей нагрева	2						проверка конспектов
7	Конструкции элементов котла	4						проверка конспектов
8	Каркас, обмуровка, гарнитура и арматура котла	2						проверка конспектов
9	Теплопередача и тепловой расчет котельного агрегата	4	10					защита отчетов
10	Баланс воды и водоподготовка	2						дискуссия
11	Тяго-дутьевые установки	2						дискуссия
12	Топливное хозяйство	4						дискуссия
13	Золосулавливание и золошлакоудаление	2						проверка конспектов
14	Технико-экономические показатели котельных	2						проверка конспектов
	Всего	34	16	18				Зачет

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ
(для заочной формы получения высшего образования)

Номер раздела темы	Наименование раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля занятий
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Семинарские занятия	Иное		
1	Энергетическое топливо и его характеристики	1		6				защита лабораторных работ
2	Горение топлива	1						дискуссия
3	Эффективность использования топлива	2	2					защита отчетов
9	Теплопередача и тепловой расчет котельного агрегата	1	2					защита отчетов
14	Технико-экономические показатели котельных	1						дискуссия
	Всего	6	4	6				Зачет

ИНФОРМАЦИОННО–МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Инновационные подходы и методы преподавания учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется практико-ориентированный подход, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие инженерной культуры;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Лебедев, В.М. Тепловой расчет котельных агрегатов средней паропроизводительности: учебное пособие для вузов / В. М. Лебедев, С. В. Приходько. – 4-е изд., Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 212 с.

2. Мунц, В.А. Котельные установки и парогенераторы: учеб. пособие / В.А. Мунц, Е.Ю. Павлюк, А.С. Прошин. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2020. – 208 с.

Нормативные документы и акты

3. Газораспределение и газопотребление = Газаразмеркаванне і газаспажыванне. Строительные нормы Республики Беларусь. СН 4.03.01-2019. – Введ. 21.09.20 (с отменой ТКП 45-4.03-267-2012, ТКП 45-4.03-257-2012 (в части проектирования газопроводов из полиэтиленовых труб)). – Минск : Минстройархитектуры, 2020. – 113 с.

4. Котельные установки = Кацельныя ўстаноўкі. Строительные нормы Республики Беларусь. СН 4.02.04-2019. – Введ. 26.12.19 (с отменой СНиП II-35-76 в части отдельно стоящих котельных с водогрейными паровыми и пароводогрейными котлами общей установленной тепловой мощностью 360 кВт и более). – Минск : Минстройархитектуры, 2020. – 85 с.

Дополнительная

5. Безгрешников, А. Н. Расчет паровых котлов в примерах и задачах: Учеб. пособие для вузов / А. Н. Безгрешников, Ю. М. Липов, Б. М. Шлейфер. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 240 с.

6. Беликов, С. Котлы тепловых электростанций и защита атмосферы / С. Беликов, В. Котлер. – М.: Аква-Терм, 2008. – 360 с.

7. Боткачик, И. А. Дымососы и вентиляторы тепловых электростанций / И. А. Боткачик. – М.: МЭИ, 1997. – 424 с.
8. Волковыский, Е. Г. Экономия топлива в котельных установках / Е. Г. Волковыский, А. Г. Шустер. – М.: Энергия, 1973. – 304 с.
9. Ельшин, А. М. Дымовые трубы / А. М. Ельшин, М. Н. Ижорин, В. С. Жолудев, Е. Г. Овчаренко. – М.: Стройиздат, 2001. – 296 с.
10. Жихар, Г. И. Котельные установки тепловых электростанций / Г. И. Жихар. – Мн.: Вышэйшая школа, 2015. – 523 с.
11. Назмеев, Ю. Г. Мазутные хозяйства ТЭС / Ю. Г. Назмеев. – М.: МЭИ, 2002. – 611 с.
12. Назмеев, Ю. Г. Системы топливоподдачи и пылеприготовления ТЭС: Справочное пособие / Ю. Г. Назмеев, Г. Р. Мингалеева. – М.: МЭИ, 2005. – 480 с.
13. Стерман, Л. С. Физические и химические методы обработки воды на ТЭС: Учебник для вузов / Л.С. Стерман, В. Н. Покровский. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 328 с.

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

№ п.п.	Форма
1	Проведение опроса на лекционных и практических занятиях
2	Решение практических задач
3	Тестовый контроль
4	Защита отчетов по лабораторным работам
5	Проведение зачета по курсу

Перечень методических средств (наглядных и других пособий, методических указаний, специального программного обеспечения и т. п.)

№ п.п.	Наименование или назначение	Вид
1	AutoCAD	Система автоматизированного проектирования
2	ЕНЕКcalc	Прикладное программное обеспечение
3	Microsoft Office	Офисный пакет приложений
4	Microsoft Windows	Операционная система

Примерный перечень тем лабораторных занятий

Поряд- ковый № темы в курсе	Наименование темы
1	Определение влажности твердого топлива
2	Определение зольности твердого топлива
3	Определение выхода летучих веществ твердого топлива
4	Определение теплоты сгорания топлива

Примерный перечень тем практических занятий

Поряд- ковый № темы в курсе	Наименование темы
2	Горение топлива
3	Тепловой баланс котельного агрегата
9	Теплообмен в топочных устройствах
9	Теплообмен в конвективных поверхностях нагрева котельного агрегата

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу
Механика жидкости и газа	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	протокол № 2 от 30.09.2022 г.
Прикладная механика	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	протокол № 2 от 30.09.2022 г.
Системы автоматизированного проектирования	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	протокол № 2 от 30.09.2022 г.
Современные технологии решения инженерных задач	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	протокол № 2 от 30.09.2022 г.
Теплопередача	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	протокол № 2 от 30.09.2022 г.
Термодинамика	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	протокол № 2 от 30.09.2022 г.
Учет, контроль и регулирование энергоресурсов	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	протокол № 2 от 30.09.2022 г.
Электротехника и промышленная электроника	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	протокол № 2 от 30.09.2022 г.
Энергопотребление в зданиях и сооружениях»	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	протокол № 2 от 30.09.2022 г.
Энергопреобразующие машины»	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	протокол № 2 от 30.09.2022 г.

Согласовано:

Зав. кафедрой
энергоэффективных технологий

В.А.Пашинский