

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
ГГТУ им. П.О.Сухого

_____ А.А. Бойко

05.12.2019

Регистрационный № УДмаг-141/уч.

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1–43 80 03 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Учебная программа составлена на основе:
образовательных стандарта ОСВО 1–43 80 03-2019;
учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»: специальности 1–43 80 03 Теплоэнергетика и теплотехника № I 43-2-07/уч. от 03.04.2019, № I 43-2-15/уч. от 03.04.2019.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Н.З. Заглубоцкий, старший преподаватель кафедры «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А.О. Добродей, заведующий кафедрой «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент;

А.И. Матюнин, заместитель начальника сельмашевского района тепловых сетей филиала «Гомельские тепловые сети» РУП «Гомельэнерго».

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 2 от 30.09.2019);

Научно-методическим советом энергетического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 3 от 26.11.2019); УДэф-07-04/уч

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 2 03.12.2019).

Учебная дисциплина «Обеспечение эффективности и надежности работы теплоэнергетических систем» определяет комплекс основных мероприятий, которые являются главными условиями успешного функционирования энергетических производств и направлены на обеспечение надежности и эффективности работы теплоэнергетического оборудования, сетей, эффективного использования топливно-энергетических ресурсов и экологической безопасности.

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины «Обеспечение эффективности и надежности работы теплоэнергетических систем» является формирование знаний о направлениях деятельности и организации работы энергетического персонала предприятий по обеспечению надежной и экономичной работы систем теплоснабжения.

Задачами изучения учебной дисциплины являются:

- ознакомить студентов с требованиями НПА и НТД по обеспечению надежности и эффективности работы теплоэнергетических систем;
- изучение методов проведения мониторинга и диагностирования технического состояния энергооборудования и сетей;
- разработка программ действий по результатам мониторинга: испытания, ремонт, реконструкция, наладка;
- изучение возможных способов повышения энергоэффективности на предприятиях;
- освоение методологии проведения энергетического обследования предприятий;
- освоение программ по составлению нормативной расчетно-отчетной документации;
- освоение методологии проверки состояния и анализа энергопотребления, планирования энергосберегающих мероприятий и производство оценки их экономической эффективности на предприятиях.

Связи с другими учебными дисциплинами

Для изучения дисциплины «Обеспечение эффективности и надежности работы теплоэнергетических систем» необходимо знание следующих дисциплин первой ступени высшего образования: «Основы энергосбережения», «Источники и системы теплоснабжения предприятий», «Организация производства и управление предприятием».

Требования к освоению учебной дисциплины

Изучение учебной дисциплины «Обеспечение эффективности и надежности работы теплоэнергетических систем» должно обеспечить формирование у магистрантов универсальных, углубленных профессиональных и специализированных компетенций:

СК-7. Быть способным к обеспечению высокоэффективной работы энергетического оборудования теплоэнергетических систем внедрения передовых технологий и разработок.

В результате изучения учебной дисциплины «Обеспечение эффективности и надежности работы теплоэнергетических систем» студент должен:

знать:

- нормативно-правовую базу по обеспечению надежности и энергосбережению;
- методы оценки технического состояния энергооборудования и сетей, способы достижения нормативных требований по их состоянию;
- методы повышения эффективности производства и потребления энергии;
- функции и этапы энергетического менеджмента;

уметь:

- осуществлять оценку технологических процессов и устройств с точки зрения их энергоэффективности;
- пользоваться приборами учета, контроля и регулирования тепловой и электрической энергии;
- использовать и пропагандировать основные методы энергосбережения;
- применять знания основ энергосбережения для эффективного использования топливно-энергетических ресурсов и энергии во всех отраслях народного хозяйства и пропаганды идей энергосбережения на всех уровнях управления производством;

владеть:

- методами оценки технологических процессов и устройств, с точки зрения их энергоэффективности;
- основными принципами реализации энергосберегающих мероприятий в промышленности и в быту;
- методами оценки энергосберегающих мероприятий.

Общее количество часов, количество аудиторных часов,
трудоемкость учебной дисциплины

Всего часов по учебной дисциплине «Обеспечение эффективности и надежности работы теплоэнергетических систем» составляет 200. Аудиторных часов по дневной форме получения образования - 64, по заочной – 20 часов. Трудоемкость учебной дисциплины – 6 зачётных единиц.

Форма получения - дневная, заочная.

ния высшего образо-

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам

	ДО	ЗО
Курс	1	1,2
Семестр	2	2,3
Лекции (часов)	32	10
Практические занятия (часов)	32	10
Всего аудиторных (часов)	64	20

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине

Экзамен	2	3
---------	---	---

Тема 1. Введение

Предмет курса, его задачи и содержание. Эффективность и надежность работы оборудования и сетей, термины и определения, соотношение понятий. Направления достижения их соответствия.

Тема 2. Нормативно-правовая база эффективности и надежности работы теплоэнергетических систем

Закон «Об энергосбережении». Республиканские, отраслевые и региональные программы энергосбережения и программы энергосбережения юридических лиц. Целевые показатели энергосбережения. НТД по энергетическому обследованию организаций в РБ. Закон «О промышленной безопасности». Основные нормативно-правовые акты по обеспечению надежности работы теплоэнергетических систем: НПА по эксплуатации и ремонту, промышленной, пожарной, радиационной и экологической безопасности, соблюдению правил охраны труда.

Тема 3. Надежность работы теплоэнергетических систем

Эксплуатационные факторы, влияющие на надежность работы энергетического оборудования и сетей, система контроля за их состоянием. Ответственность владельца за своевременное диагностирование и техническое обследование оборудования и трубопроводов, требования Госпромнадзора. Испытания и наладка котлов, турбин, тепловых сетей (все виды и цели испытаний). Мероприятия по результатам диагностирования, испытаний и наладки оборудования и сетей. Организация технического обслуживания, ремонтов и подготовки к отопительному периоду, требования Госэнергонадзора.

Тема 4. Эффективность работы теплоэнергетических систем

Мероприятия по повышению надежности работы оборудования и сетей при условии сочетания с одновременным повышением энергоэффективности - как главный фактор успешного развития систем теплоснабжения.

Мероприятия по энергоэффективности макроуровня: совершенствование теплофикационных паровых турбин с отопительными отборами пара, создание базово-маневренных ТЭЦ, внедрение когенерационных установок, электрокотлов, повышение надежности и экономичности систем транспорта теплоты, выбор оптимального температурного графика системы теплоснабжения, замена резервного топлива – топочного мазута на ПБТ, разработка перспективных (на 20 лет) схем теплоснабжения города.

Мероприятия по энергоэффективности микроуровня: внедрение регулируемых электроприводов, энергосберегающих осветительных приборов, утилизация тепловых ВЭР, контроля выбросов АСК, систем автоматизации теплопотребления, корректировка режимных карт РНИ, снижение присосов воздуха, очистка поверхностей нагрева котлов, улучшение изоляции трубопроводов, применение ПИ-труб для трубопроводов тепловых сетей и др.

Тема 5. Организация обеспечения надежности работы теплоэнергетического оборудования и сетей на предприятиях

Назначение ответственных лиц за обеспечение промышленной безопасности объектов, подконтрольных органам Госпромнадзора, обязанности ответственных лиц. Квалификационные требования к оперативному персоналу, его основные обязанности. Необходимый перечень технической документации. Требования по контролю состояния металла, тепло- и гидроизоляции, антикоррозионных покрытий оборудования и сетей. Наблюдение за состоянием строительных конструкций. Основные требования по метрологическому обеспечению, ведению водно-химического режима.

Тема 6. Организация повышения эффективности использования ТЭР на предприятиях

Объекты, способы и виды энергетического учета. Требования, предъявляемые к энергетическому учету. Документы, определяющие объем и способы технического и коммерческого учета. Первичная и вторичная отчетность, характеризующая использование энергооборудования и энергоресурсов на предприятии. Формы статистической отчетности: 12-ТЭК, 4-нормы ТЭР (Госстандарт), 4-энергосбережение (Госстандарт) и др.

Объекты нормирования расхода ТЭР. Содержание работы по нормированию энергопотребления. Нормативно-правовая база нормирования расхода ТЭР. Нормы расхода ТЭР, их классификация, размерность, порядок разработки, согласования и утверждения. Контроль за выполнением норм энергопотребления.

Тема 7. Энергетический аудит и планирование энергосберегающих мероприятий

Понятие об энергетическом аудите. Виды энергетического аудита, их назначение, содержание и периодичность проведения. Основные объекты энергоаудита на промышленном предприятии. Методология энергоаудита: описание объектов обследования, знакомство с технологическим процессом, определение потоков энергии на объекте, оценка текущего состояния энергопотребления, сопоставление и проверка данных, определение энергетических затрат и энергетической составляющей себестоимости продукции. Структура технического отчета по результатам энергетического обследования.

Определение резервов экономии энергоресурсов. Выявление источников ВЭР и оценка состояния их использования. Анализ эффективности использования ТЭР на объекте. Выводы и рекомендации. Разработка организационно-технических мероприятий по экономии ТЭР и программ по энергосбережению. Количественная оценка экономии, сроки окупаемости, рекомендации по финансированию предложений.

Тема 8. Экологические аспекты энергосбережения и надежности работы котлов

Влияние теплонапряжения топочного объема и химического недожога топлива на выбросы вредных веществ. Влияние схемы подготовки химочищенной (химобессоленной) воды на количество сбросов. Использование топочного

мазута в качестве
лива.

резервного вида топ-

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					УСР*Количество часов	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Введение. Предмет, задачи и содержание курса.	2	2					Экзамен
2.	Нормативно-правовая база эффективности и надежности работы теплоэнергетических систем.	4	4					Экзамен
3.	Надежность работы теплоэнергетических систем	4	4					Экзамен
4.	Эффективность работы теплоэнергетических систем.	4	4					Экзамен
5.	Организация обеспечения надежности работы теплоэнергетического оборудования и сетей на предприятии.	6	6					Экзамен
6.	Организация повышения эффективности использования ТЭР на предприятии.	4	4					Экзамен
7.	Энергетический аудит и планирование энергосберегающих мероприятий.	4	4					Экзамен
8.	Экологические аспекты энергосбережения и надежности работы котлов	4	4					Экзамен
	Итого	32	32					

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(Заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					УСР*Количество часов	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Введение. Предмет, задачи и содержание курса.							
2.	Нормативно-правовая база эффективности и надежности работы теплоэнергетических систем.	1						Экзамен
3.	Надежность работы теплоэнергетических систем.	1	2					Экзамен
4.	Эффективность работы теплоэнергетических систем.	1	2					Экзамен
5.	Организация обеспечения надежности работы теплоэнергетического оборудования и сетей на предприятии..	2	2					Экзамен
6.	Организация повышения эффективности использования ТЭР на предприятии.	2	2					Экзамен
7.	Энергетический аудит и планирование энергосберегающих мероприятий	2	1					Экзамен
8.	Экологические аспекты энергосбережения и надежности работы котлов.	1	1					Экзамен
	Итого	10	10					

Основная литература

1. Филиппова, Т.А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем : учебник / Т.А. Филиппова, Ю.М. Сидоркин, А.Г. Русина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. – 2-е изд. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. – 359 с. : схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438316>
2. Беляев, С.А. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС : учебное пособие / С.А. Беляев, А.В. Воробьев, В.В. Литвак ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015. – 248 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442071>
3. Герсимова А.Г. Контроль и диагностика тепломеханического оборудования ТЭС и АЭС: учебное пособие / А.Г.Герасимова. – Минск: Выш. шк., 2011. 272с.
4. Андрижиевский, А.А. Энергосбережение и энергетический менеджмент: Учебное пособие./ А.А.Андрижиевский, В.И.Володин– Мн.: Выш.шк., 2005. – 294 с.
5. Арутюнян, А. А. Основы энергосбережения: методы расчета и анализа потерь электроэнергии, энергетическое обследование и энергоаудит, способы учета и снижения потерь, экономический эффект / А. А. Арутюнян. – Москва: Энергосервис, 2007. – 593 с.
6. Свидерская, О.В. Основы энергосбережения: Учебное пособие / О.В.-Свидерская – Мн.: Акад.управл.при Президенте Респ.Беларусь, 2006. – 228 с.
7. Основы энергосбережения: Учебное пособие / Б.И. Врублевский, С.Н. Лебедева, А.Б. Невзорова и др.; Под ред. Б.И. Врублевского. – Гомель : ЧУП «ЦНТУ «Развитие», 2002. – 190 с.
8. Свидерская, О.В. Основы энергосбережения : курс лекций / О.В. Свидерская, 4-е изд., стер. – Мн.: Акад. Упр. при Призеденте РБ, 2006. – 296 с.

Дополнительная литература

9. Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. Тепловые и атомные электрические станции: учебник для вузов. - 3-е изд., перераб. – Москва: МЭИ, 1995. – 424с.

10. Яковлев Б.В. Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения / Б.В.Яковлев.- Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2002. – 448 с. – ISBN 985-471-074-2.
11. СТП 33240.20.501-18. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Республики Беларусь. – Минск.; ГПО «Белэнерго», 2018 – 434с.
12. СТП 33243.04. 181-17. Правила организации технического обслуживания и ремонта оборудования, зданий и сооружений электростанций и сетей.- Минск.: ГПО «Белэнерго». 2917. – 222 с.
13. ТКП 608-2017 (33240). Теплотехническое оборудование электростанций и тепловых сетей. Правила по обеспечению безопасности эксплуатации. – Минск.: Министерство энергетики Республики Беларусь. 2017. – 196 с.
14. Правила по обеспечению промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением. / М – во по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – Минск.: Энергопресс. 2016. – 250 с.
15. О промышленной безопасности. Закон Республики Беларусь от 5 янв. 2016г. № 354-З./ Нац.-правовой Интернет-портал РБ, 12.01.2016г., №2/2352.
16. Об энергосбережении. Закон Республики Беларусь от 8 янв. 2015г. № 239-З./ Нац. правовой Интернет-портал РБ, 11.01.2015г., №2/2237.
17. Положение о порядке организации и проведении энергетических обследований (энергоаудитов). Пост. Сов. Мин. Респ. Беларусь, 18.03.2016 №216./ Нац. правовой Интернет-портал РБ, 29.03.2016г., №5/41848.

Для оценки достижений студента используется следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам;
- защита выполненных практических работ;
- сдача экзаменов.

Примерный перечень практических занятий

- Энергетический менеджмент. Управление энергопотреблением на макро- и микроуровне.
- Диагностирование теплоэнергетического оборудования и трубопроводов, планирование мероприятий по его результатам.
- Составление программы проведения гидравлических испытаний участка тепловых сетей.
- Составление программы проведения РНИ котла.
- Энергоаудит, его виды, назначение и содержание.
- Внедрение преобразователя частоты для регулирования напора насосной установки.
- Внедрение энергосберегающих осветительных приборов.
- Расчет экономической эффективности применения тепловой изоляции.
- Расчет экономии ТЭР при утилизации низкопотенциальных ВЭР в отопительных котельных.
- Определение эффективности использования средств, направляемых на выполнение энергосберегающих мероприятий.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Требования Директивы Президента Республики Беларусь №3 по обеспечению повышения энергетической безопасности страны. Обеспечение надежности работы энергетических систем.
2. Программы энергосбережения. Целевые показатели энергосбережения.
3. Возможные мероприятия по повышению энергоэффективности теплоэнергетических систем макроуровня.
4. Совершенствование паровых турбин с отопительными отборами пара.
5. Когенерационная установка, принципиальная схема.
6. Условия работы и принципиальная схема электрокотельной.
7. Оптимальный температурный график теплоснабжения от теплоисточника, методика расчета.
8. Способы снижения затрат на содержание в рабочем состоянии хозяйств резервного топлива.
9. Мероприятия по повышению энергоэффективности теплоисточников микроуровня.

10. Эффективность внедрения регулируемых электроприводов.
11. Эффективность применения ПИ-труб для тепловых сетей.
12. Энергетический учет и нормирование расхода ТЭР.
13. Методика расчета номинальных и нормативных удельных расходов топлива на отпуск тепла и электроэнергии.
14. Виды энергетического аудита, методология проведения.
15. Требования по обеспечению безопасной эксплуатации потенциально опасных производственных объектов.
16. Эксплуатационные факторы, влияющие на надежность работы энергетического оборудования и сетей, система контроля за их состоянием.
17. Периодичность и объем контроля металла оборудования трубопроводов.
18. Приборное диагностирование трубопроводов тепловых сетей.
19. Виды испытаний тепловых сетей, требования по составлению программ.
20. Назначение и содержание режимно-наладочных карт котлов.
21. Цель и задачи испытаний паровых турбин.
22. Эксплуатационные факторы, влияющие на выбросы вредных веществ.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

<p style="text-align: center;">Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование</p>	<p style="text-align: center;">Название кафедры</p>	<p>Предложения об изменениях в со- держании учеб- ной программы учреждения выс- шего образова- ния по учебной дисциплине</p>	<p>Решение, принятое кафедрой, разрабо- тавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)</p>
<p>1. Энергоэффектив- ные технологии в энергетике и про- мышленности</p>	<p style="text-align: center;">Промыш- ленная теп- лоэнергети- ка и эколо- гия</p>	<p>Согласовано</p>	<p>Рекомендовать пред- ставленную учебную программу к утвер- ждению (Протокол №2 от 30.09.2019 г.)</p>

Заведующий кафедрой
«Промышленная теплоэнергетика
и экология», к.т.н., доцент

А.В. Шаповалов