

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

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
УО «ГГТУ им. П.О.Сухого»

\_\_\_\_\_ О.Д. Асенчик

«\_05\_»\_12\_ 2019

Регистрационный № УД-52-45/уч

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АУДИТ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности  
1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»

2019 Учебная программа составлена на основе:  
образовательного стандарта ОСВО 1-43 01 05–2013;  
учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»:  
специальности 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»  
№ I 43 – 1 – 11/уч. от 11.02.2016; № I 43 – 1 – 34/уч. от 17.02.2016;  
№ I 43 – 1 – 35/уч. от 17.02.2016.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

В.Г. Якимченко, старший преподаватель кафедры «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Т.В. Алферова, к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»;

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); УД эф – 07 – 06/уч.

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

(протокол № 1 от 03.10.2019); УДз 114-20у

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

(протокол № 2 от 03.12.2019).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа учреждения высшего образования (далее – учебная программа УВО) по дисциплине «Энергетический аудит» предусматривает формирование у студентов знаний о методах комплексного обследования энергопотребления промышленных предприятий с целью определения резервов экономии энергии, разработки программы энергосбережения и определения размера инвестиций на энергосберегающие мероприятия.

### 1. Цели и задачи учебной дисциплины.

Цель дисциплины – повышение профессиональной квалификации студентов путем освоения основных принципов энергосбережения и снижения потребления топливно-энергетических ресурсов на предприятиях.

Задачами изучения дисциплины:

- формирование и развитие у студента навыков, позволяющих сочетать академические, профессиональные, социально-личностные компетенции для решения задач в сфере профессиональной деятельности;
- формирование профессиональных компетенций для работы в области эффективного использования топливно-энергетических ресурсов на промышленных предприятиях.

### 2. Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием, связи с другими учебными дисциплинами.

Дисциплина «Энергетический аудит» для специальности 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» является компонентом учреждения высшего образования в цикле общепрофессиональных дисциплин в системе подготовки инженеров-энергетиков. Для изучения данной дисциплины необходимо знание таких предметов, как «Промышленные теплообменные процессы и установки», «Котельные установки промышленных предприятий», «Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий».

### 3. Требования к освоению учебной дисциплины (в соответствии с образовательным стандартом ОСВО 1-43 01 05–2013).

В результате освоения курса «Энергетический аудит» студент должен знать:

- особенности применения энергоэффективных решений в различных областях промышленного производства;

уметь:

- разрабатывать и внедрять энергоэффективные технологии на предприятиях;
- выполнять системный энергетический анализ (энергоаудит) предприятий, технологических процессов, технологического оборудования, оценку их функционально-экономической и энергетической эффективности;

- разрабатывать, реализовывать политику и методологию энергосбережения на предприятии;
- выполнять технико-экономические расчёты по оценке энергоэффективности принимаемых технических проектных решений;

владеть:

- навыками оценки энергоэффективности оборудования, потребляющего топливно-энергетические ресурсы;
- навыками составления энергетического паспорта с отражением всех основных сведений об энергохозяйстве предприятия и оценкой эффективности использования топливно-энергетических ресурсов по объектам предприятия.

Освоение учебной программы УВО по дисциплине «Энергетический аудит» должно обеспечить формирование академических, социально-личностных и профессиональных компетенций.

Требования к академическим компетенциям студента (в соответствии с образовательным стандартом ОСВО 1-43 01 05–2013)

Специалист должен:

- АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.
- АК-3. Владеть исследовательскими навыками.
- АК-4. Уметь работать самостоятельно.
- АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

Требования к социально-личностным компетенциям специалиста (в соответствии с образовательным стандартом ОСВО 1-43 01 05– 2013)

Специалист должен:

- СЛК-2. Обладать способностью к социальному взаимодействию.
- СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- СЛК-6. Уметь работать в команде.

Требования к профессиональным компетенциям специалиста (в соответствии с образовательным стандартом ОСВО 1-43 01 05–2013)

Специалист должен быть способен:

Организационно-управленческая деятельность

- ПК-1. Используя показания технологического процесса производства, передачи, распределения и потребления тепловой энергии, создавать условия для соответствия режимов действующим стандартам, правилам и нормам;
- ПК-2. На основе анализа показателей режимов, параметров схемы и технического состояния оборудования выявлять причины неоптимальности технологического процесса производства, преобразования, распределе-

- ния и потребления тепловой энергии и разрабатывать пути их устранения;
- ПК-4. Анализировать теплотехнологии и оптимизировать энергопотребление в соответствии с технологическими и экономическими возможностями предприятия;
  - ПК-5. Составлять энергетические балансы энергетических и технологических объектов и систем, определять потери топливно-энергетических ресурсов, разрабатывать организационные и технические мероприятия по повышению энергетической эффективности теплотехнологий;

#### Проектная и научно-техническая деятельность

- ПК-9. В составе группы специалистов по проектированию теплотехнических объектов и систем или самостоятельно разрабатывать перспективный план развития промышленных теплоэнергетических и теплотехнологических систем, выполнять технико-экономическое обоснование вариантов сооружения или реконструкции теплоэнергетического и теплотехнологического объекта в энергетике, промышленности и других отраслях народного хозяйства;
- ПК-10. Осуществлять структурную и параметрическую оптимизацию развития теплоэнергетических и теплотехнологических объектов и систем на различных уровнях их жизненного цикла.

4. Общее количество часов всего и количество аудиторных часов, трудоемкость учебной дисциплины.

Общее количество часов по учебному плану составляет 86, количество аудиторных часов: по дневной форме – 48, по заочной форме и заочной форме на основе среднего специального образования – 10; аудиторное время распределяется: по дневной форме – 32 часа лекций и 16 часов практических занятий, по заочной форме и заочной форме на основе среднего специального образования – 6 часов лекций и 4 часа практических занятий; трудоемкость учебной дисциплины – 2 зачетных единицы.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста.

Данная дисциплина формирует у студента навыки, необходимые при работе на должностях инженера-энергетика и главного энергетика для квалифицированной эксплуатации энергохозяйства и рационального расходования топливно-энергетических ресурсов предприятия.

Распределение аудиторного времени по видам занятий и семестрам, а также формы текущей аттестации по учебной дисциплине представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Распределение аудиторного времени и форма текущей аттестации

Специальность (форма получения высшего образования)	Форма текущей аттестации				Курс	Семестр	Количество аудиторного времени, ч			Курсовая работа, ч	Всего часов по дисциплине, ч аудиторных	Всего по дисциплине, ч	Всего зачетных единиц
	экзамен	зачет	тестиров.	рабогакурсовая			лекции	лаб.	практ.				
1 -43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» (дневная форма)	-	8	-	-	4	8	32	-	16	-	48	86	2

1 -43 01 05 «Пр о- мы ш- лен- ная теп- ло- энер ге- ти- ка» (за- оч- ная фор ма)	-	11	-	-	5,6	10,1 1	6	-	4	-	10	86	2
1 -43 01 05 «Пр о- мы ш- лен- ная теп- ло- энер ге- ти- ка» (за- оч- ная со- кра- щен ная)	-	6	-	-	3	5,6	6	-	4	-	10	86	2

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Тема 1. Введение

Общие положения. Задачи и правила проведения энергоаудита.

### Тема 2. Состав и содержание работ при выполнении энергетического аудита

Порядок проведения энергетического аудита. Порядок получения и анализ первичной информации об обследуемом предприятии, разработка программы выполнения энергетического аудита, разработка структурных схем систем энергоснабжения предприятия.

### Тема 3. Анализ первичной информации

Финансовые затраты организации на топливно-энергетические ресурсы по видам энергоносителей. Доля финансовых затрат организации на топливно-энергетические ресурсы в себестоимости продукции.

Анализ первичной информации: изучение форм государственной статистической отчетности организации об использовании топливно-энергетических ресурсов; изучение отчетной документации, действующей внутри организации, по использованию топливно-энергетических ресурсов; изучение технологических регламентов организации по выпуску продукции (выполнению работ, услуг), изучение динамики норм расхода топлива, тепловой и электрической энергии предприятия.

### Тема 4. Обследование и анализ использования топливно-энергетических ресурсов предприятия

Обследование систем топливоснабжения: систем топливоснабжения и источников энергии, находящихся на балансе организации, систем топливоснабжения технологических огнетехнических устройств.

Обследование систем теплоснабжения: систем обогрева и хозяйственно-бытового горячего водоснабжения.

Обследование систем технологического теплоснабжения: систем с рабочим телом водяной пар, систем с рабочим телом вода, т.е. систем технологического горячего водоснабжения, систем сбора и возврата источнику тепловой энергии конденсата водяного пара.

Обследование источников энергоснабжения, находящихся на балансе предприятия. Обследование источников тепловой энергии (котельных) с паровыми котельными агрегатами, водогрейными котельными агрегатами, паровыми и водогрейными котельными агрегатами. Обследование источников отпускающих в систему тепловую и электрическую энергию (т.е. оборудование источника работает в теплофикационном цикле).

Обследование систем водоснабжения и систем канализации производственных и хозяйственно-бытовых стоков организации. Обследование систем оборотного водоснабжения, обследование систем производственных стоков.

Обследование систем обеспечения организации сжатым воздухом и систем обеспечения предприятия холодом.



Обследование систем электроснабжения. Обследование трансформаторных и распределительных подстанций. Обследование систем электроснабжения технологических процессов. Обследование систем электроснабжения систем искусственного освещения.

Сводный анализ энергопотребления предприятия, сводные энергетические балансы. Нормы расхода топлива, тепловой и электрической энергии и их разработка. Общий энергетический баланс расхода ТЭР предприятия.

Определение энергетического потенциала вторичных энергетических ресурсов образующихся в ходе производственной деятельности организации возможность их использования. Возобновляемые источники энергии и возможность их использования в системах энергоснабжения предприятия.

#### Тема 5. Выводы по результатам энергетического обследования

Выводы, определение направлений, разработка технических решений по обеспечению эффективного использования и снижению расхода топливно-энергетических ресурсов основными и вспомогательными производствами предприятия. Обоснование инвестиций в строительство принятых проектных решений по снижению и эффективному использованию топливно-энергетических ресурсов.

Оформление результатов энергетического аудита и предложений по программе энергосбережения. Программа по энергосбережению.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»**  
**(Дневная форма получения образования)**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Кол-во часов, УСР*	знаний Форма контроля
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.1	Тема 1. Введение.	1						
1.2	Тема 2. Состав и содержание работ при выполнении энергетического аудита	7	2				зачет	
1.3	Тема 3. Анализ первичной информации	8	2				зачет	
1.4	Тема 4. Обследование и анализ использования топливно-энергетических ресурсов предприятия	10	4				зачет	
1.5	Тема 5. Выводы по результатам энергетического обследования	6	8				зачет	
	<b>ВСЕГО</b>	<b>32</b>	<b>16</b>					

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»**  
**(Заочная форма получения образования)**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Кол-во часов, УСР*	знаний Форма контроля
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.1	Тема 1. Введение.	0,5					зачет	
1.2	Тема 2. Состав и содержание работ при выполнении энергетического аудита	1	1				зачет	
1.3	Тема 3. Анализ первичной информации	1						
1.4	Тема 4. Обследование и анализ использования топливно-энергетических ресурсов предприятия	2	1				зачет	
1.5	Тема 5. Выводы по результатам энергетического обследования	1,5	2				зачет	
	<b>ВСЕГО</b>	<b>6</b>	<b>4</b>					

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»**  
 (Заочная форма на основе среднего специального образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Кол-во часов, УСР*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.1	Тема 1. Введение.	0,5						зачет
1.2	Тема 2. Состав и содержание работ при выполнении энергетического аудита	1	1					зачет
1.3	Тема 3. Анализ первичной информации	1						
1.4	Тема 4. Обследование и анализ использования топливно-энергетических ресурсов предприятия	2	1					зачет
1.5	Тема 5. Выводы по результатам энергетического обследования	1,5	2					зачет
	<b>ВСЕГО</b>	<b>6</b>	<b>4</b>					

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении» (от 08.01.2015 №239-3) [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://kodeksy-by.com/norm\\_akt/source-Палата%20представителей%20РБ/тип-Закон/239-3-08.01.2015.htm](https://kodeksy-by.com/norm_akt/source-Палата%20представителей%20РБ/тип-Закон/239-3-08.01.2015.htm) – Дата доступа: от 08.01.2015.
2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь «Об энергетическом обследовании организаций» (от 29.07.2006 г. № 964) [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://belzakon.net/Законодательство/Постановление\\_Совета\\_Министров\\_РБ/2006/74628](https://belzakon.net/Законодательство/Постановление_Совета_Министров_РБ/2006/74628) – Дата доступа: от 29.07.2006.
3. Государственный стандарт Республики Беларусь СТБ1776-2007 «Энергетическое обследование потребителей топливно-энергетических ресурсов. Общие требования» (от 28.09.2007 г. № 49) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.tnpa.by/#!/DocumentCard/198091/295452> – Дата доступа: от 28.09.2007.
4. Постановление Комитета по энергоэффективности при Совете Министров Республики Беларусь «Об утверждении положения о нормировании расхода топлива, тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве Республики Беларусь» (19.11.2002 г. № 9) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://energoeffekt.gov.by/laws/resolution/-19-2002-9-1-r> – Дата доступа: от 19.11.2002.
5. Инструкция Комитета по энергоэффективности при Совете Министров Республики Беларусь «По нормированию расходов топливно-энергетических ресурсов для котельных номинальной производительностью 0.5 Гкал/ч и выше» (12.06.2002 г. № 34) [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.pravo.by/pdf/2007-41/2007-41\(020-041\).pdf](http://www.pravo.by/pdf/2007-41/2007-41(020-041).pdf) – Дата доступа: от 12.06.2002.
6. Методические рекомендации по составлению технико-экономических обоснований для энергосберегающих мероприятий (ред. от 28.05.2019) [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://energoeffekt.gov.by/supervision/framework/20190605\\_tepem2](http://energoeffekt.gov.by/supervision/framework/20190605_tepem2) – Дата доступа: от 28.05.2019.
7. Инструкция по определению эффективности использования средств, направляемых на выполнение энергосберегающих мероприятий, утвержденная Министерством экономики Республики Беларусь, Министерством энергетики Республики Беларусь, Комитетом по энергоэффективности при Совете Министров Республики Беларусь (24.12.2003 г. №252/45/7) [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.pravo.by/pdf/2004-7/2004-7\(010-020\).pdf](http://www.pravo.by/pdf/2004-7/2004-7(010-020).pdf) – Дата доступа: от 31.12.2003.
8. «ПОЛОЖЕНИЕ о порядке организации и проведения энергетических обследований (энергоаудитов), утвержденное постановлением Совета Министров Республики Беларусь» (18.03.2016 № 216) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://energoeffekt.gov.by/supervision/inspection/-----18032016-216> – Дата доступа: от 18.03.2016.

9. 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.

10. Баранов, А.В. Энергосбережение и энергоэффективность : учебное пособие / А.В. Баранов, Ж.А. Зарандия. – Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2017. – 96 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498908> (дата обращения: 23.01.2020). – Библиогр.: с. 93. – ISBN 978-5-8265-1706-2.

#### Дополнительная литература

11. УКАЗАНИЯ по заполнению формы ведомственной отчетности «Сведения о нормах расхода топливно-энергетических ресурсов на производство продукции (работ, услуг)» (Приказ Госстандарта от 29.11.2018 № 190 А) [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://energoeffekt.gov.by/statistics/quotas/20190215\\_ukazan](http://energoeffekt.gov.by/statistics/quotas/20190215_ukazan) – Дата доступа: от 29.11.2018.

12. Аракелов, А.Е. Методические вопросы экономии энергоресурсов / А.Е. Аракелов, А.И. Крамер. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 188 с.

13. Жуков, Н.П. Энергосбережение в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях : учебное пособие / Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова. – Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2017. – 244 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498923> (дата обращения: 23.01.2020). – Библиогр.: с. 110-112. – ISBN 978-5-8265-1689-8.

14. Козловская, В.Б. Электрическое освещение: Учебное пособие / В.Б. Козловская. – Минск: Техноперспектива, 2005. – 164 с.

15. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов. – 7-е изд., стер.. – Москва: МЭИ, 2001. – 472с.

## Примерный перечень тем практических занятий:

1. Порядок заполнения форм государственной статистической отчетности по использованию топливно-энергетических ресурсов.

2. Разработка технических решений по обеспечению эффективного использования и снижению расхода топливно-энергетических ресурсов основными и вспомогательными производствами предприятия. Определение направлений эффективного использования топливно-энергетических ресурсов:

2.1. Техничко-экономическое обоснование замены котлов с низким КПД на высокоэкономичные котлы.

2.2. Техничко-экономическое обоснование термореновации ограждающих конструкций зданий.

2.3. Техничко-экономическое обоснование внедрения энергоэффективных оконных блоков из ПВХ.

2.4. Техничко-экономическое обоснование внедрения эффективных пластинчатых теплообменников вместо кожухотрубных.

2.5. Техничко-экономическое обоснование установки турбоагрегата малой мощности.

3. Определение, целесообразность использования вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) в системах энергоснабжения организации.

4. Разработка норм расхода топлива, тепловой и электрической энергии на производство продукции (выполнение работ, услуг).

Для оценки приобретенных студентами знаний используется следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам;
- защита выполняемых практических заданий;
- сдача зачета.

## Список вопросов к зачету

1. Аудит, понятие, цели и задачи проведения.
2. Сущность аудита и аудиторской деятельности.
3. Аудиторская деятельность. Основные правовые и нормативные документы в области аудиторской деятельности и энергосбережения.
4. Основные этапы энергетического аудита.
5. Характеристика и анализ энергопотребления.
6. Анализ систем вентиляции и кондиционирования.
7. Анализ систем охлаждения.
8. Анализ паро- и теплогенерирующего оборудования.
9. Анализ состояния теплообменного оборудования.
10. Анализ фактических норм расхода ТЭР.
11. Оценка потребления энергии на освещение.
12. Оценка потребления энергии на электроприводы.
13. Оценка потребления энергии воздушными и холодильными компрессорами.
14. Оценка потребления энергии паронагреваемым оборудованием.
15. Эффективность использования энергии. Мощность освещения и достигнутая освещенность.
16. Разработка полного энергобаланса.
17. Мероприятия по экономии электрической энергии.
18. Мероприятия по экономии тепловой энергии.
19. Мероприятия по экономии топлива.
20. Структура отчета по энергоаудиту.
21. Энергетический паспорт предприятия.

### Методическая организация самостоятельной работы

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие виды самостоятельной работы:

выполнение индивидуальных заданий в аудитории на практических занятиях под контролем преподавателя;

выполнение домашних заданий в виде решения задач;

изучение тематических материалов, не включаемых в перечень лекционных занятий;

проведение типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным темам;

изучение справочной и нормативной литературы;

подготовка докладов и презентаций по актуальным темам, в том числе не выносимым на лекционные занятия;

самостоятельная подготовка к сдаче зачета.

С целью привлечения студентов к участию в конкурсах и олимпиадах можно предложить им индивидуальные задания повышенной степени сложности, которые требуют самостоятельного освоения материала, выходящего за рамки учебной дисциплины.

Для организации самостоятельной работы студентов необходимо использовать современные информационные технологии: информационные ресурсы учебного портала или электронной библиотеки университета.

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего контроля знаний в форме устного опроса, контрольных работ, тестового контроля по темам и разделам курса.

Библиотека ГГТУ им. П.О.Суворова



