

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

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

по учебной работе

МГИ им. А. Д. Сахарова БГУ

О.И.Родькин

2022 г.

Регистрационный № УД-186-22/уч.



ПРОИЗВОДСТВО, ТРАНСПОРТ И ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

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 _____ 2021 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. по специальности 1-43 01 06 Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В. А. Пашинский, заведующий кафедрой энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат технических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

П. В. Кардашов, доцент кафедры энергетики учреждения образования «Белорусский государственный аграрно-технический университет», кандидат технических наук, доцент;

В. А. Иванюкович, доцент кафедры информационных технологий в экологии и медицине МГЭИ им. А.Д.Сахарова БГУ, кандидат физико-математических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой энергоэффективных технологий учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 30.10.2022 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 2 от 31.10.2022 г.)

Пояснительная записка

Дисциплина Энергопотребление в зданиях и сооружениях является неотъемлемым звеном подготовки специалистов в области энергоэффективных технологий. Полученные знания в дальнейшем используются при изучении дисциплин, связанных с производством, преобразованием и потреблением тепловой и электрической энергии, энергетического аудита и менеджмента и позволяют подходить к решению этих проблем с точки зрения повышения их энергоэффективности.

Цель учебной дисциплины – формирование профессиональных знаний, умений и практических навыков в области энергопотребляющих технических систем отопления, вентиляции, кондиционирования, водоснабжения, канализации и электроснабжения зданий и сооружений.

Задачи учебной дисциплины:

- изучить тепловые режимы зданий, методы передачи теплоты через наружные ограждения зданий и сооружений;
- изучить системы и методы расчета отопления, вентиляции, кондиционирования, водоснабжения и канализации зданий и сооружений;
- изучить системы и методы расчета искусственного освещения и электроснабжения зданий;
- изучить пути повышения энергоэффективности технических систем зданий и сооружений.

Подготовка специалиста в рамках дисциплины «Энергопотребление в зданиях и сооружениях» должна обеспечить формирование следующих групп академических компетенций:

- овладение базовыми научно-теоретическими знаниями, а также умением применять их для решения теоретических и практических задач в области энергетики;
- овладение основными методами расчета потребности в энергоресурсах зданий и сооружений;
- применение технологий возобновляемых источников энергии для энергоснабжения зданий и сооружений;
- усвоение социально-личностных, культурно-ценностных ориентаций, идеологических, нравственных ценностей общества и государства и умение следовать им;
- воспитание профессиональных качеств, включающих способности в области энергетики.

В итоге освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- факторы, влияющие на тепловой режим зданий с учетом наружного климата и внутреннего микроклимата помещений;
- состав энергопотребляющих технических систем зданий и особенности их работы;
- специфику проведения энергетического аудита и менеджмента в зданиях и сооружениях;

уметь:

- рассчитывать теплоперенос через ограждающие конструкции зданий с учетом воздушного и влажностного режима, климата местности и микроклимата помещений;
- рассчитывать энергетическую нагрузку систем отопления, вентиляции и кондиционирования, искусственного освещения;
- планировать и реализовывать мероприятия по повышению энергоэффективности зданий;

владеть:

- знаниями о зданиях и сооружениях как потребителях энергоресурсов;
- знаниями об энергопотребляющих инженерных системах зданий для обеспечения технологических и комфортных условий;

- методами расчета потребности в энергоресурсах зданий и сооружений;
- способами повышения энергоэффективности зданий и сооружений.

При освоении учебной дисциплины студент должен обладать **компетенциями**:

- работать в команде, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные, культурные и иные различия;
- проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности;
- применять навыки для проведения расчетов потребления энергии в зданиях и сооружениях, оптимизации процессов потребления энергии и ее использования.

В соответствии со стандартом специальности и учебным планом дисциплина Энергопотребление в зданиях и сооружениях изучается в объеме 120 ч., в том числе для очной формы обучения 52 аудиторных часа, из них 34 ч. лекций и 18 ч. практических занятий. Для заочной формы обучения 10 аудиторных часов, из них 6 ч. лекций и 4 ч. практических занятий.

Форма получения высшего образования – очная и заочная.

Форма текущей аттестации – экзамен в 5 семестре (очная форма получения высшего образования), в 7 семестре – заочная. Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Студенты заочной формы обучения выполняют контрольное задание выдаваемое на установочной лекции. Выбор контрольного задания производится по учебно-методическому пособию к выполнению практических занятий по дисциплине Энергопотребление в зданиях и сооружениях для студентов специальности 1-43 01 06 Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент. Цель выполнения контрольного задания – формирование профессиональных знаний и практических навыков в области электроснабжения зданий.

Содержание учебного материала

Тема 1. Общие сведения о зданиях и сооружениях

Введение. Общая характеристика курса, его назначение. Общие сведения о зданиях и сооружениях как потребителей энергии. Тепловой режим зданий. Стационарная и нестационарная теплопередача через наружные ограждения зданий. Воздушный и влажностный режим зданий. Влияние наружного климата и микроклимата помещений на тепловой режим зданий. Энергопотребляющие технические системы зданий для обеспечения технологических и комфортных условий.

Тема 2. Система отопления

Назначение системы отопления. Тепловой баланс здания. Источники теплоносителей в здании. Механизм потерь тепла в здании. Удельная тепловая характеристика здания. Определение потребности в теплоте на отопление по укрупненным показателям. Продолжительность отопительного периода. Предъявляемые требования к системе отопления. Классификация систем отопления. Преимущества и недостатки разных систем отопления.

Водяные системы отопления. Гравитационные и насосные, однотрубные и двухтрубные. Высокотемпературные, среднетемпературные и низкотемпературные системы отопления.

Тема 3. Система вентиляции и кондиционирования

Требования к воздушной среде производственных и жилых помещений. Назначение систем вентиляции. Классификация систем вентиляции. Схемы вентиляционных систем. Определение воздухообмена для удаления избытков теплоты, влаги, газов и пыли. Оборудование систем вентиляции. Вентиляторы осевые и радиальные. Характеристики вентиляторов. Подбор вентиляторов и электродвигателей. Калориферы системы приточной вентиляции. Подбор воздухонагревателей. Пылеулавливатели. Фильтры. Пылеосадочные камеры. Циклоны. Мокрые пылеулавливатели. Электрофильтры. Воздуховоды и вентиляционные каналы.

Кондиционирование воздуха. Специальные требования к кондиционированию воздуха. Тепловлажностная обработка воздуха в теплый и холодный период года. Оборудование систем кондиционирования воздуха. Типы кондиционеров.

Повышение эффективности систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Экономия тепловой и электрической энергии. Рециркуляция воздуха. Утилизация теплоты и холода с помощью теплообменных аппаратов. Очистка теплообменников и фильтров. Использование естественного холода. Использование сбросного тепла вытяжной вентиляции.

Тема 4. Система электроснабжения

Потребители электрической энергии. Группы потребителей. Характерные электроприемники. Параметры электропотребления и расчетные коэффициенты. Методы расчета электрических нагрузок. Определение электрических нагрузок комплексным методом. Определение расчетного и договорного максимума.

Выбор сечений кабелей и проводов по экономическим соображениям. Выбор сечений кабелей и проводов воздушных линий по нагреву расчетным током.

Оптическое излучение, получение, природа, свойства. Тепловые источники оптического излучения. Основные положения теории электрического разряда в инертных газах и парах металлов. Газоразрядные лампы низкого и высокого давления. Принципы нормирования осветительных установок. Осветительные приборы. Проектирование и расчет светотехнической части осветительных установок внутреннего и наружного освещения. Расчёт электрических сетей осветительных установок. Энергосбережение в осветительных установках.

Тема 5. Повышение энергоэффективности технических систем зданий

Определение энергетической нагрузки технических систем зданий. Пути повышения энергоэффективности технических систем зданий. Показатели энергоэффективности зданий.

Учебно-методическая карта дисциплины (дневная форма получения высшего образования)

Номер темы	Наименование темы и (или) содержание	Количество аудиторных часов				Номер методического средства	Учебно-методические материалы	Номер формы контроля знаний
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа			
Семестр 5								
1	<i>Общие сведения о зданиях и сооружениях</i>	4		–	–	1, 2, 4	[1–14]	Защита отчетов
2	<i>Система отопления</i>	8	4	–	–	1, 2, 4	[1–14]	Защита отчетов
3	<i>Система вентиляции и кондиционирования</i>	4	4	–	–	1, 2, 4	[1–14]	Защита отчетов
4	<i>Система электроснабжения</i>	16	10	–	–	1, 2, 4	[1–14]	Защита отчетов
5	<i>Повышение энергоэффективности технических систем зданий</i>	2	–	–	–	1, 2, 4	[1–14]	Защита отчетов
	ИТОГО	34	18	–	–	1, 2, 4		

Учебно-методическая карта дисциплины (заочная форма получения высшего образования)

Номер темы	Наименование темы и (или) содержание	Количество аудиторных часов				Номер методического средства	Учебно-методические материалы	Номер формы контроля знаний
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Управляемая самостоятельная работа			
Семестр 3								
1	<i>Общие сведения о зданиях и сооружениях</i>	0,5		–	–	1, 2, 4	[1–14]	Защита отчетов
2	<i>Система отопления</i>	2	4	–	–	1, 2, 4	[1–14]	Защита отчетов
3	<i>Система вентиляции и кондиционирования</i>	1	–	–	–	1, 2, 4	[1–14]	Защита отчетов
4	<i>Система электроснабжения</i>	2	–	–	–	1, 2, 4	[1–14]	Защита отчетов
5	<i>Повышение энергоэффективности технических систем зданий</i>	0,5	–	–	–	1, 2, 4	[1–14]	Защита отчетов
	ИТОГО	6	4	–	–	1, 2, 4		

Информационно-методическая часть

Инновационные подходы и методы преподавания 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.

Перечень заданий для самостоятельных работ

№ п.п.	Тема	Содержание	Объем (часы)	Форма отчетн.
1	<i>Общие сведения о зданиях и сооружениях</i>	Поиск и изучение дополнительного к содержанию лекции учебного и иллюстративного материала в сети Интернет	2	Презентация
2	<i>Система отопления</i>	Поиск и изучение дополнительного к содержанию лекции учебного и иллюстративного материала в сети Интернет	2	Презентация
3	<i>Система вентиляции и кондиционирования</i>	Поиск и изучение дополнительного к содержанию лекции учебного и иллюстративного материала в сети Интернет	2	Презентация
4	<i>Система электроснабжения</i>	Поиск и изучение дополнительного к содержанию лекции учебного и иллюстративного материала в сети Интернет	2	Презентация
5	<i>Повышение энергоэффективности и технических систем зданий</i>	Поиск и изучение дополнительного к содержанию лекции учебного и иллюстративного материала в сети Интернет	2	Презентация
Итого			10	

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

№ п.п.	Наименование или назначение	Вид
1	NEC	Компьютерная мультимедийная проекционная система
2	Microsoft Windows	Операционная система
3	Microsoft и Novell	Сетевое программное обеспечение
4	Microsoft Office	Прикладное программное обеспечение
5	SolidWorks	
6	Microsoft Visio	Прикладное программное обеспечение
7	AutoCAD	Система автоматизированного проектирования

Практические занятия, их содержание

Поряд- ковый № темы в курсе	№ темы в тип. прогр.	НАИМЕНОВАНИЕ ТЕМЫ
1	2	Потери теплоты через пол помещений
2	2	Определение потерь через ограждение
3	3	Расчет потерь с инфильтрацией
4	3	Расчет вентиляции закрытых автостоянок
5	4	Расчет осветительных установок
6	4	Расчет питающих и групповых осветительных сетей

Рекомендуемая литература**Основная**

1. Проектирование объектов возобновляемой энергетики : учеб. пособие / А. Н. Баран [и др.]. – Минск : РИВШ, 2020. – 440 с.
2. Энергопотребление в зданиях и сооружениях: учеб.-метод. пособие к выполнению практических занятий для студентов специальности 1-43 01 06 «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент». В 2-х ч. Ч. 1. / сост. В. А. Пашинский, А. Н. Баран, А. А. Бутько. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 137 с.
3. Энергопотребление в зданиях и сооружениях: учеб.-метод. пособие к выполнению практических занятий для студентов специальности 1-43 01 06 «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент». В 2-х ч. Ч. 2. / сост. В. А. Пашинский, А. Н. Баран, А. А. Бутько. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020 – 141 с.

Дополнительная

4. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности / Е. А. Штокман, В. А. Шилов, Е. Е. Новгородский и др. – М.: АСВ, 2001. – 295 с.
5. Основы современной энергетики: учебник для вузов. В 2 т. Т. 1. Современная теплоэнергетика / под ред. А. Д. Трухня. – 5-е изд, стереот – М.: Изд-кий дом МЭИ, 2010. – 472 с.
7. Основы современной энергетики: учебник для вузов. В 2 т. Т. 2. Современная электроэнергетика / под ред. А. П. Бурмана, В. А. Строева. – 5-е изд., стереот – М.: Изд-кий дом МЭИ, 2010. – 632 с.
8. Сканава, А. Н. Отопление: учебник для вузов / А. Н. Сканава, Л. М. Махов. – М.: Изд-во АСВ, 2002, –200 с.
9. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика / В. А. Ананьев, Л. Н. Балуева, А. Д. Гальперин и др. – М.: Евроклимат, 2000. – 416 с.
10. Табунщиков, Ю. А. Энергоэффективные здания / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач, Л. Н. Петрянина. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. – 192 с.
11. ТКП 45-2.04-43-2006 (02250) Строительная теплотехника / Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2007. – 32 с.

12. ТКП 45-2.04-153-2009 (02250) Естественное и искусственное освещение / Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2007. – 115 с.
13. ТКП 45-2.04-196-2010 (02250) Тепловая защита зданий, Теплоэнергетические характеристики / Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2010. – 23 с.
14. Холщевников, В. В. Климат местности и микроклимат помещений: учебное пособие / В. В. Холщевников, Л. М. Махов. – М.: Изд-во АСВ, 2001. – 200 с..
15. Энергосберегающие технологии в современном строительстве. – М.: Стройиздат, 1990. – 296 с.

**Протокол согласования рабочей программы с другими дисциплинами
специальности**

Название дисциплины, изучение которой связано с дисциплиной рабочей программы	Кафедра, обеспечивающая изучение этой дисциплины	Предложения кафедры об изменениях в содержании рабочей программы	Решение кафедры, разработавшей рабочую программу (с указанием даты и номера протокола)
Теплопередача	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	протокол № 9 от 31.03.2022 г.
Механика жидкости и газа	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	протокол № 9 от 31.03.2022 г.
Энергопреобразующие машины	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	протокол № 9 от 31.03.2022 г.
Термодинамика	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	протокол № 9 от 31.03.2022 г.
Электротехника	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	протокол № 9 от 31.03.2022 г.
Информационные технологии	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	протокол № 9 от 31.03.2022 г.
Электротехника и промышленная электроника	Кафедра энергоэффективных технологий	Программа согласована	протокол № 9 от 31.03.2022 г.

Согласовано:
Зав. кафедрой
энергоэффективных технологий

В.А.Пашинский