

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

И. Э. Бученков

«14» апреля 2022 г.

Регистрационный № УД- 1100-21 уч.



ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ В ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ

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 30.03..2022 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 8 от 22.04.2022 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	Общие сведения о зданиях и сооружениях	4		–	–	1, 2, 4	[1–14]	Защита отчетов
2	Система отопления	8	4	–	–	1, 2, 4	[1–14]	Защита отчетов
3	Система вентиляции и кондиционирования	4	4	–	–	1, 2, 4	[1–14]	Защита отчетов
4	Система электроснабжения	16	10	–	–	1, 2, 4	[1–14]	Защита отчетов
5	Повышение энергоэффективности технических систем зданий	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	Общие сведения о зданиях и сооружениях	0,5		–	–	1, 2, 4	[1–14]	Защита отчетов
2	Система отопления	2	4	–	–	1, 2, 4	[1–14]	Защита отчетов
3	Система вентиляции и кондиционирования	1	–	–	–	1, 2, 4	[1–14]	Защита отчетов
4	Система электроснабжения	2	–	–	–	1, 2, 4	[1–14]	Защита отчетов
5	Повышение энергоэффективности технических систем зданий	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	Общие сведения о зданиях и сооружениях	Поиск и изучение дополнительного к содержанию лекции учебного и иллюстративного материала в сети Интернет	2	Презентация
2	Система отопления	Поиск и изучение дополнительного к содержанию лекции учебного и иллюстративного материала в сети Интернет	2	Презентация
3	Система вентиляции и кондиционирования	Поиск и изучение дополнительного к содержанию лекции учебного и иллюстративного материала в сети Интернет	2	Презентация
4	Система электроснабжения	Поиск и изучение дополнительного к содержанию лекции учебного и иллюстративного материала в сети Интернет	2	Презентация
5	Повышение энергоэффективности и технических систем зданий	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. Балужева, 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, разрабатывавшей 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