Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 13.01.2026 21:31:12
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
_____ /К.И. Лушин/
«25» декабря 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Энергоэффективность зданий и сооружений

Направление подготовки/специальность
08.04.01 Строительство

Профиль/специализация
Управление жизненным циклом зданий и сооружений

Квалификация
Магистр

Формы обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик:

Доцент кафедры «Промышленное, гражданское и
подземное строительство» к.т.н., доцент /Е.М. Дербасова/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Промышленное, гражданское и
подземное строительство»,
к.т.н., доцент / И.С. Пуляев /

Руководитель образовательной программы
к.т.н., доцент / Е.М. Дербасова /

Содержание

1 4
2 55
3 66
3.1 66
3.2 66
3.3 88
3.4 99
3.5 1010
4 1313
4.1 1313
4.2 1414
4.3 1515
4.4 1515
4.5 1515
4.6 1616
5 1616
6 1616
6.1 1616
6.2 1717
7 1717
7.1 1718
7.2 188
7.3 199

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Энергоэффективность зданий и сооружений» следует отнести:

– формирование системного представления о теоретических основах, принципах и современных технологиях обеспечения энергетической эффективности зданий и сооружений на всех этапах их жизненного цикла;

– развитие способности к комплексному анализу, оценке и прогнозированию энергетической эффективности объектов капитального строительства с применением современных методов расчетов и моделирования;

– подготовку к обоснованному принятию проектных, технических и управленческих решений, направленных на снижение энергопотребления и внедрение ресурсосберегающих технологий с учетом требований устойчивого развития и нормативно-правового регулирования.

К основным задачам освоения дисциплины «Энергоэффективность зданий и сооружений» следует отнести:

– сформировать системное понимание роли и места энергоэффективности в общей структуре управления жизненным циклом зданий и сооружений, ее влияния на эксплуатационные характеристики, стоимость и экологическую составляющую объекта;

– выработать навыки критического анализа современных нормативно-технических требований, национальных и международных стандартов в области энергосбережения и энергетической эффективности в строительстве;

– научить выявлять и оценивать потенциал энергосбережения для различных типов зданий и сооружений, анализировать потери энергии через ограждающие конструкции, инженерные системы и оборудование;

– освоить методы теплотехнических расчетов, энергетического моделирования и паспортизации для оценки класса энергетической эффективности зданий и обоснования проектных решений;

– сформировать умения разрабатывать комплекс мероприятий и технологических решений по повышению энергоэффективности, включая выбор современных теплоизоляционных материалов, энергосберегающего инженерного оборудования и систем автоматического регулирования;

– развить способности оценивать экономическую эффективность и сроки окупаемости инвестиций в энергосберегающие технологии, проводить технико-экономическое обоснование выбираемых решений;

– научить анализировать и применять лучшие отечественные и зарубежные практики в области «зеленого» строительства, использования возобновляемых источников энергии и внедрения интеллектуальных систем управления энергопотреблением;

– выработать навыки оценки соответствия проектных и эксплуатационных решений критериям систем добровольной сертификации BREEAM, LEED, GREEN ZOOM и требованиям устойчивого развития городской среды.

Обучение по дисциплине «Энергоэффективность зданий и сооружений» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2 Способность управлять реализацией инвестиционно-строительных проектов	ИПК-2.1. Разработка структурно-логической и стадийной схемы реализации инвестиционно-строительного проекта с определением зоны ответственности участников проекта.

	ИПК-2.2. Разработка организационной схемы взаимодействия участников реализации инвестиционно-строительного проекта. ИПК-2.7. Составление плана и контроль процессов разработки и согласования проектной документации. ИПК-2.9. Разработка и контроль исполнения перспективных и текущих планов реализации инвестиционно-строительного проекта. ИПК-2.10. Определение потребности и контроль использования материально-технических и трудовых ресурсов при реализации инвестиционно-строительного проекта. ИПК-2.12. Контроль выполнения графиков производства работ и оценка результатов реализации инвестиционно-строительного проекта.
ПК-7 Способность организовывать и контролировать подготовку проектной документации	ПК-7.1. Выявление коррупционных рисков при разработке проектной документации ПК-7.2. Выбор исходной информации и нормативно-технических документов для организации процесса подготовки проектной документации ПК-7.3. Выбор мер по борьбе с коррупцией при разработке проектных решений и организации проектирования в сфере промышленного и гражданского строительства ПК-7.4. Контроль разработки конкурсной документации для проведения торгов ПК-7.11. Контроль разработки локальных сметных расчетов, объектных сметных расчетов, смет на отдельные виды затрат и проверка комплектности сметной документации ПК-7.12. Проверка комплектности проектной документации и оценка ее соответствия техническому заданию, требованиям и нормам законодательства

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Энергоэффективность зданий и сооружений» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Жизненный цикл объектов капитального строительства;
- Инновационные строительные материалы и технологии;

- Инженерные системы и инфраструктура современных городских территорий;
- Производственная практика (научно-исследовательская работа).

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1 Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			3
1	**Аудиторные занятия**	**40**	40
	В том числе:		
1.1	Лекции	24	24
1.2	Семинарские/практические занятия	16	16
1.3	Лабораторные занятия	-	-
2	**Самостоятельная работа**	**104**	104
	В том числе:		
2.1	Подготовка и защита курсовой работы	30	30
2.2	Подготовка к семинарам	40	40
2.3	Прохождение тестирования в LMS и подготовка к экзамену	34	34
3	**Промежуточная аттестация**		
	Экзамен		
	Итого	**144**	144

3.2 Тематический план изучения дисциплины
(по формам обучения)

3.2.1 Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Теоретические основы энергоэффективности зданий и сооружений**	**36**	**6**	**4**	**-**	**-**	**26**
1.1	Тема 1. Основные понятия и принципы энергосбережения в строительстве. Энергетический баланс здания.	12	2	1			9

1.2	Тема 2. Теплофизические процессы в ограждающих конструкциях. Теплопередача, теплоемкость, влажностный режим	14	2	2			10
1.3	Тема 3. Климатические факторы и их учет при проектировании энергоэффективных зданий	10	2	1			7
2	**Раздел 2. Нормативно-техническое регулирование энергоэффективности**	**38**	**6**	**4**	**-**	**-**	**26**
2.1	Тема 4. Федеральный закон № 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности". Государственная политика в области энергосбережения	14	2	2			9
2.2	Тема 5. Система нормативных документов в области энергоэффективности. СП 50.13330.2024 «Тепловая защита зданий». Классы энергетической эффективности	12	2	1			9
2.3	Тема 6. Технические регламенты и стандарты в области энергосбережения. Требования к энергетическим паспортам зданий	12	2	1			8
3	**Раздел 3. Методы и технологии повышения энергоэффективности**	**40**	**8**	**4**	**-**	**-**	**32**
3.1	Тема 7. Современные теплоизоляционные материалы и конструкции. Тепловые мосты и методы их устранения	14	2	1			12
3.2	Тема 8. Энергоэффективные инженерные системы: отопление, вентиляция, кондиционирование, освещение	16	4	2			10
3.3	Тема 9. Возобновляемые источники энергии в зданиях. Солнечные коллекторы, тепловые насосы, фотоэлектрические установки	10	2	1			10
4	**Раздел 4. Экономика и управление энергоэффективностью**	**30**	**4**	**4**	**-**	**-**	**20**
4.1	Тема 10. Методы оценки экономической эффективности энергосберегающих мероприятий. Срок окупаемости инвестиций.	14	2	2			12
4.2	Тема 11. Энергоаудит зданий и сооружений. Методика проведения энергетического обследования	16	2	2			8
	Итого	**144**	**24**	**16**	**-**	**-**	**104**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Теоретические основы энергоэффективности зданий и сооружений

Тема 1. Основные понятия и принципы энергосбережения в строительстве. Энергетический баланс здания.
Содержание темы. Основные термины и определения: энергоэффективность, энергосбережение, энергетическая эффективность. Принципы энергосбережения в строительстве. Структура энергопотребления зданий. Энергетический баланс здания: поступления и потери тепловой энергии. Тепловые потери через ограждающие конструкции, инфильтрация, вентиляция. Методы составления энергетического баланса. Удельные показатели энергопотребления для различных типов зданий.

Тема 2. Теплофизические процессы в ограждающих конструкциях. Теплопередача, теплоемкость, влажностный режим.
Содержание темы. Основы теплофизики зданий. Механизмы передачи тепла: теплопроводность, конвекция, излучение. Стационарные и нестационарные тепловые процессы. Теплотехнические характеристики строительных материалов. Влажностный режим ограждающих конструкций. Конденсация влаги и методы ее предотвращения. Тепловая инерция зданий. Методы расчета приведенного сопротивления теплопередаче.

Тема 3. Климатические факторы и их учет при проектировании энергоэффективных зданий.
Содержание темы. Климатическое районирование территории Российской Федерации. Учет климатических параметров при проектировании: температура наружного воздуха, солнечная радиация, ветровой режим, влажность. Климатические карты и справочные данные. Принципы пассивного солнечного отопления. Ориентация зданий по сторонам света. Учет местных климатических условий при выборе архитектурно-планировочных решений.
Раздел 2. Нормативно-техническое регулирование энергоэффективности
Тема 4. Федеральный закон № 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности". Государственная политика в области энергосбережения.
Содержание темы. Основные положения Федерального закона от 23.11.2009 № 261-ФЗ. Обязанности организаций в области энергосбережения. Государственная программа энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Требования к проведению энергетического обследования. Обязанности по установке приборов учета энергетических ресурсов. Меры государственной поддержки в области энергосбережения.

Тема 5. Система нормативных документов в области энергоэффективности. СП 50.13330.2024 "Тепловая защита зданий". Классы энергетической эффективности
Содержание темы. Иерархия нормативных документов в области энергоэффективности. Свод правил СП 50.13330.2024 "Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003". Нормируемые показатели тепловой защиты зданий. Классы энергетической эффективности зданий: A++, A+, A, B+, B, C+, C, C-, D, E. Методика присвоения класса энергетической эффективности. Требования к показателям удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию.

Тема 6. Технические регламенты и стандарты в области энергосбережения. Требования к энергетическим паспортам зданий
Содержание темы. Технические регламенты, устанавливающие требования к энергоэффективности. Национальные стандарты (ГОСТ Р) в области энергосбережения.

Энергетический паспорт здания: назначение, состав, порядок оформления. Требования к энергетическим паспортам новых и существующих зданий. Программное обеспечение для расчета энергетической эффективности зданий.

Раздел 3. Методы и технологии повышения энергоэффективности

Тема 7. Современные теплоизоляционные материалы и конструкции. Тепловые мосты и методы их устранения

Содержание темы. Классификация теплоизоляционных материалов. Сравнительные характеристики современных утеплителей: минераловатные, пенополистирольные, пенополиуретановые, эковата. Теплоизоляционные конструкции: вентилируемые фасады, штукатурные системы, колодцевая кладка. Понятие тепловых мостов. Классификация тепловых мостов: геометрические, материальные. Методы выявления и устранения тепловых мостов. Тепловизионный контроль.

Тема 8. Энергоэффективные инженерные системы: отопление, вентиляция, кондиционирование, освещение

Содержание темы. Энергоэффективные системы отопления: низкотемпературные системы, тепловые насосы, конденсационные котлы. Системы вентиляции с рекуперацией тепла. Энергоэффективные системы кондиционирования. Естественное и искусственное освещение. Светодиодные технологии. Системы автоматического регулирования и управления инженерными системами. Интегрированные системы управления зданием.

Тема 9. Возобновляемые источники энергии в зданиях. Солнечные коллекторы, тепловые насосы, фотоэлектрические установки

Содержание темы. Классификация возобновляемых источников энергии. Солнечные тепловые коллекторы для систем горячего водоснабжения и отопления. Тепловые насосы: принцип работы, классификация, эффективность. Фотоэлектрические установки для генерации электроэнергии. Комбинированные системы. Нормативные требования к использованию возобновляемых источников энергии в зданиях.

Раздел 4. Экономика и управление энергоэффективностью

Тема 10. Методы оценки экономической эффективности энергосберегающих мероприятий. Срок окупаемости инвестиций

Содержание темы. Показатели экономической эффективности: чистый дисконтированный доход, внутренняя норма доходности, срок окупаемости. Учет инфляции и рисков при оценке эффективности энергосберегающих мероприятий. Методика расчета срока окупаемости инвестиций. Сравнительный анализ различных энергосберегающих технологий. Источники финансирования энергосберегающих мероприятий.

Тема 11. Энергоаудит зданий и сооружений. Методика проведения энергетического обследования

Содержание темы. Нормативная база энергетического обследования. Этапы проведения энергоаудита. Инструментальные и расчетные методы оценки энергоэффективности. Тепловизионное обследование зданий. Обработка результатов энергетического обследования. Разработка энергосервисных договоров. Подготовка энергетического паспорта по результатам обследования.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Занятие 1. Анализ энергетического баланса здания

Цель: Освоить методику составления и анализа энергетического баланса здания

Задачи:

- Составить схему поступления и потерь тепловой энергии для типового жилого дома
- Рассчитать основные составляющие теплового баланса
- Проанализировать потенциал энергосбережения по различным направлениям

Форма проведения: Групповая работа с последующей презентацией результатов

Занятие 2. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Цель: Научиться выполнять расчет приведенного сопротивления теплопередаче

Задачи:

- Рассчитать сопротивление теплопередаче многослойной ограждающей конструкции
- Оценить соответствие нормативным требованиям
- Определить толщину теплоизоляции для достижения требуемых показателей

Форма проведения: Расчетно-аналитический практикум

Занятие 3. Практикум по применению СП 50.13330 "Тепловая защита зданий"

Цель: Освоить применение нормативных требований на практике

Задачи:

- Определить класс энергетической эффективности проектируемого здания
- Проверить выполнение нормируемых показателей тепловой защиты
- Разработать мероприятия по повышению класса энергоэффективности

Форма проведения: Case-study на основе реального проекта

Занятие 4. Выявление и устранение тепловых мостов

Цель: Освоить методы выявления и устранения тепловых мостов

Задачи:

- Проанализировать типовые узлы примыкания ограждающих конструкций
- Разработать конструктивные решения по устранению тепловых мостов
- Оценить эффективность предлагаемых решений

Форма проведения: Практическая работа с конструктивными решениями

Занятие 5. Расчет систем вентиляции с рекуперацией тепла

Цель: Изучить методику расчета и подбора рекуперативных установок

Задачи:

- Рассчитать теплопотери на вентиляцию для административного здания
- Подобрать тип и параметры рекуперативной установки
- Оценить экономию тепловой энергии от применения рекуперации

Форма проведения: Расчетно-аналитический практикум

Занятие 6. Энергоаудит здания

Цель: Освоить методику проведения энергетического обследования

Задачи:

- Составить программу энергетического обследования здания
- Обработать результаты инструментальных измерений
- Разработать энергосберегающие мероприятия и оценить их эффективность

Форма проведения: Деловая игра "Энергоаудитор"

Занятие 7. Экономическая оценка энергосберегающих мероприятий

Цель: Научиться оценивать экономическую эффективность энергосберегающих решений

Задачи:

- Рассчитать срок окупаемости инвестиций в теплоизоляцию ограждающих конструкций
- Сравнить экономическую эффективность различных энергосберегающих технологий
- Разработать оптимальный план внедрения энергосберегающих мероприятий
  Форма проведения: Практикум с элементами деловой игры

Занятие 8. Проектирование систем с использованием возобновляемых источников энергии
Цель: Освоить принципы интеграции ВИЭ в системы энергоснабжения зданий
Задачи:
- Рассчитать потенциал использования солнечной энергии для объекта
- Подобрать оборудование для солнечной фотоэлектрической установки
- Разработать схему интеграции ВИЭ в систему энергоснабжения здания
  Форма проведения: Компьютерный практикум со специализированным ПО

Занятие 9. "Зеленые" стандарты в строительстве
Цель: Изучить требования систем добровольной сертификации
Задачи:
- Проанализировать критерии оценки по системам BREEAM, LEED, GREEN ZOOM
- Разработать мероприятия для получения сертификата соответствия
- Оценить стоимость и эффективность внедрения "зеленых" стандартов
  Форма проведения: Workshop с приглашенным экспертом

Занятие 10. BIM-технологии в проектировании энергоэффективных зданий
Цель: Освоить применение BIM-технологий для оценки энергоэффективности
Задачи:
- Создать информационную модель фрагмента здания
- Выполнить энергетический анализ в BIM-среде
- Сформировать отчет о энергетической эффективности объекта
  Форма проведения: Компьютерный практикум в специализированной аудитории

Занятие 11. Подготовка раздела "Энергоэффективность" проектной документации
Цель: Освоить требования к составу и содержанию раздела "Энергоэффективность"
Задачи:
- Составить структуру раздела проектной документации
- Подготовить фрагмент раздела для конкретного объекта
- Провести взаимную экспертизу подготовленных материалов
  Форма проведения: Практикум с элементами оценки

Занятие 12. Комплексный анализ энергоэффективности здания
Цель: Закрепить полученные знания и навыки на комплексном примере
Задачи:
- Выполнить комплексный расчет энергетической эффективности здания
- Разработать пакет энергосберегающих мероприятий
- Подготовить технико-экономическое обоснование предлагаемых решений
  Форма проведения: Итоговый проектный workshop

3.4.2 Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

В течение третьего семестра студенты выполняют курсовую работу по дисциплине «Энергоэффективность зданий и сооружений», включающую разработку комплекса мероприятий по повышению энергетической эффективности здания и подготовку пояснительной записки. В рамках проектирования предусматриваются выступления студентов на практических занятиях с промежуточными результатами для группового обсуждения, что способствует глубокой проработке информации, развитию профессиональной дискуссии, формированию навыков технического обоснования и защиты проектных решений.

Методическими указаниями кафедры «Промышленное, гражданское и подземное строительство» регламентированы:

- требования к теоретической подготовке в области энергосбережения;
- порядок выполнения практической части курса;
- этапы и содержание курсового проектирования.

В методических указаниях содержатся рекомендации по:

- энергоаудиту существующих зданий;
- разработке раздела «Энергоэффективность» для проектной документации;
- расчету и обоснованию предлагаемых энергосберегающих мероприятий;
- оценке экономической эффективности проектных решений.

Перечень тем курсовых работ:

1. **Повышение энергоэффективности многоэтажного жилого дома**
   Общие исходные данные: 9-этажный кирпичный жилой дом серии II-18-01/12, год постройки - 1985. Климатические параметры г. Москвы и г. Новосибирска (в зависимости от начальной буквы фамилии студента). Требуется разработать комплекс мероприятий по тепловой модернизации здания.
2. **Энергоэффективное решение для административного здания**
   10-этажное офисное здание с навесными вентилируемыми фасадами, г. Екатеринбург. Разработать мероприятия по снижению энергопотребления системами отопления, вентиляции и кондиционирования.
3. **Реконструкция системы теплоснабжения производственного корпуса**
   Одноэтажный производственный цех с сеткой колонн 24×12 м, г. Казань. Обследование существующих теплопотерь и разработка новой энергоэффективной системы отопления.
4. **Проект применения ВИЭ для общественного здания**
   Спортивный комплекс с бассейном, г. Сочи. Расчет и подбор оборудования солнечных коллекторов для системы горячего водоснабжения.
5. **Тепловая санация здания исторической застройки**
   Дореволюционный 3-этажный жилой дом, г. Санкт-Петербург. Разработка мероприятий по улучшению теплозащиты с учетом требований к фасадам объектов культурного наследия.
6. **Энергоэффективный детский сад**
   Новое строительство 2-этажного здания детского сада на 140 мест, г. Ростов-на-Дону. Комплексное проектирование энергоэффективных решений на стадии проектирования.
7. **Система утилизации теплоты вытяжного воздуха для торгового центра**
   Трехэтажный торговый центр площадью 15 000 м², г. Самара. Расчет и подбор рекуперативной установки.

8. **Оптимизация работы ЦТП для группы жилых домов** Микрорайон из 12 жилых домов, г. Воронеж. Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности центрального теплового пункта.
9. **Внедрение системы погодного регулирования для школы** Трехэтажное здание школы на 800 учащихся, г. Нижний Новгород. Проект автоматизации системы отопления.
10. **Энергоэффективные решения для логистического комплекса** Складской комплекс с холодильными камерами, г. Краснодар. Проект теплоизоляции ограждающих конструкций и оптимизации работы холодильного оборудования.

Состав курсового проекта:

1. Энергетическое обследование объекта
2. Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции
3. Анализ инженерных систем здания
4. Разработка мероприятий по энергосбережению
5. Технико-экономическое обоснование предлагаемых решений
6. Расчет снижения энергопотребления и выбросов CO_2
7. Оформление энергетического паспорта здания

Дополнительные возможности:

Студентам предоставляется право выбора собственной темы курсовой работы, согласованной с руководителем, а также возможность разработки дополнительных расчетов:

- моделирование энергопотребления в специализированном ПО;
- расчет естественного освещения;
- проектирование систем солнечной энергетики;
- разработка раздела "Энергоэффективность" для проектной документации.

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации
2. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений"
3. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности"
4. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании»
5. СП 50.13330.2024 «Тепловая защита зданий» (актуализированная редакция СНиП 23-02-2003) введён в действие с 16 июня 2024 года приказом Минстроя России от 15 мая 2024 года № 327/пр.
6. СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003
7. СП 54.13330.2016 «Здания жилые многоквартирные». Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003
8. СП 131.13330.2025 «Строительная климатология». Актуализированная редакция СНиП 23-01-99
9. СП 230.1325800.2015. Свод правил. Конструкции ограждающие зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей.

10. ГОСТ Р 71466-2024 «Экологические требования к объектам недвижимости. Энергосбережение и энергетическая эффективность зданий жилых и общественных. Методы оценки показателей углеродного следа». Введён в действие с 1 января 2025 года. Определяет методы оценки углеродного следа зданий.
11. ГОСТ Р 71545-2024 «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в многоквартирных домах. Основные положения». Введён в действие с 1 января 2025 года. Устанавливает основные положения по энергосбережению в многоквартирных домах.
12. ГОСТ 31427-2020 «Здания жилые и общественные. Состав показателей энергетической эффективности». Введён в действие с 1 июня 2021 года. Определяет основные показатели энергетической эффективности зданий, вносимые в нормативные документы и проектную документацию.
13. ГОСТ Р ИСО 23045-2013 «Проектирование систем обеспечения микроклимата здания. Руководящие указания по оценке энергетической эффективности новых зданий».
14. ГОСТ Р 54860-2011 «Теплоснабжение зданий. Общие положения методики расчёта энергопотребности и эффективности систем теплоснабжения».
15. ГОСТ Р 54862-2011 «Энергоэффективность зданий. Методы определения влияния автоматизации, управления и эксплуатации здания».
16. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях».
17. ГОСТ 31168-2003 «Здания жилые. Метод определения удельного потребления тепловой энергии на отопление».
18. ГОСТ Р 53905-2010 «Энергосбережение. Термины и определения».
19. СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 «Зеленое строительство». ЗДАНИЯ ЖИЛЫЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ.
20. МГСН 2.01-99 «Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектроснабжению» (для г. Москвы)

4.2 Основная литература

1. Родина, О. А. Энергетическая модель здания : методические указания / О. А. Родина. — Саранск : МГУ им. Н.П. Огарева, 2023. — 36 с. — ISBN 978-5-7103-4554-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/397931 (дата обращения: 02.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Козак, О. А. Энергетический аудит промышленных и гражданских зданий : учебное пособие / О. А. Козак. — Архангельск : САФУ, 2019. — 168 с. — ISBN 978-5-261-01381-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/161880 (дата обращения: 02.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Антонов, А. И. Объёмно-планировочные решения энергоэффективных зданий : учебное пособие / А. И. Антонов, М. В. Долженкова. — Тамбов : ТГТУ, 2020. — 81 с. — ISBN 978-5-8265-2252-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/320282 (дата обращения: 02.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Пилипенко, Н. В. Энергетическое обследование зданий и сооружений. Энергоаудит : учебное пособие / Н. В. Пилипенко. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2016. — 72 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/91352 (дата обращения: 02.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Камышанский, В. П. Правовое регулирование энергоснабжения : учебное пособие / В. П. Камышанский, А. С. Шеховцова, Г. А. Мантул. — Краснодар : КубГАУ, 2019. — 100 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/446507 (дата обращения: 02.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.3 Дополнительная литература

1. Соколов, В. Ю. Энергосбережение в системах жизнеобеспечения : учебное пособие / В. Ю. Соколов, С. В. Митрофанов, А. В. Садчиков. — Оренбург : ОГУ, 2016. — 200 с. — ISBN 978-5-7410-1467-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/97998 (дата обращения: 02.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Протасевич, А. М. Строительная теплофизика ограждающих конструкций и микроклимат помещений : монография / А. М. Протасевич. — Минск : БНТУ, 2016. — 452 с. — ISBN 978-985-550-935-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/174876 (дата обращения: 02.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Котомкин, В. Н. Энергоменеджмент. Энергосбережение в зданиях / В. Н. Котомкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 376 с. — ISBN 978-5-507-47344-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/362312 (дата обращения: 02.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Беспалько, Н. Е. «Зелёные» технологии как фактор обеспечения экологической и санитарной безопасности человека : учебное пособие / Н. Е. Беспалько, А. В. Козачек. — Тамбов : ТГТУ, 2021. — 152 с. — ISBN 978-5-8265-2410-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/320369 (дата обращения: 02.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Строительные композиты для «зеленых» технологий: анализ состояния и перспективы : монография / М. А. Гончарова, А. Г. Заева, Е. С. Дергунова, И. И. Моисеева. — Липецк : Липецкий ГТУ, 2023. — 174 с. — ISBN 978-5-94947-258-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/411254 (дата обращения: 02.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1.Электронная библиотека университета. Ссылка на электронную библиотеку: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/

2. Платформа nanoCAD – это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей https://www.nanocad.ru/support/education/

3. Система трехмерного моделирования «КОМПАС-3D» https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/

4. VALTEC.PRG.3.1.3. Программа для теплотехнических и гидравлических расчетов https://valtec.ru/document/calculate/

5. Онлайн расчеты АВОК-СОФТ https://soft.abok.ru/help_desk/

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. НП «АВОК» – помощник инженера по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике https://www.abok.ru/

5 Материально-техническое обеспечение

Для проведения аудиторных занятий используются:

учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий, имеющие оборудование: комплект мебели для учебного процесса; доска учебная. Технические средства обучения и материалы: компьютерная техника; мультимедийное оборудование (проектор, экран).

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);

- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 При подготовке к семинарскому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо:

- уточнить план их проведения, согласно РПД;
- продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение;
- ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Использовать фронтальный опрос, давая возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.9 Целесообразно в ходе защиты расчетно-графических работ, рефератов и практических заданий задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.10 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

– контроль текущей успеваемости (текущий контроль);

– промежуточная аттестация.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

– подготовка и выступление на семинарском занятии с докладом и обсуждением, защита курсовой работы;

– тест, экзамен.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины – защита курсовой работы, решение задач.

Образцы тестовых заданий, контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Энергоэффективность зданий и сооружений».

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором

	освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: расчетно-графические работы, тестирование, практические задания, устный опрос.

Тестовые задания для контроля освоения тем:

По разделу 1. Теоретические основы энергоэффективности

1. Установите соответствие между видами теплопередачи и их характеристиками:

А) Теплопроводность
Б) Конвекция
В) Излучение

- Перенос тепла электромагнитными волнами
- Перенос тепла путем непосредственного контакта частиц
- Перенос тепла движением жидкости или газа

2. Основные составляющие теплового баланса здания включают:

а) теплопотери через ограждающие конструкции
б) теплопотери на нагрев инфильтрационного воздуха
в) теплопотери на освещение
г) внутренние теплопоступления

По разделу 2. Нормативно-техническое регулирование

1. Перечислите обязательные требования к энергоэффективности зданий согласно Федеральному закону № 261-ФЗ.
2. Рассчитайте приведенное сопротивление теплопередаче для наружной стены со следующими параметрами:

- кирпичная кладка толщиной 0,38 м (λ=0,76 Вт/м°С)
- утеплитель толщиной 0,1 м (λ=0,042 Вт/м°С)
- штукатурка толщиной 0,02 м (λ=0,93 Вт/м°С)

По разделу 3. Методы и технологии повышения энергоэффективности

1. Составьте перечень мероприятий по устранению тепловых мостов в узлах примыкания наружных стен к перекрытиям.
2. Рассчитайте годовую экономию тепловой энергии от установки рекуператора с КПД 75% в системе вентиляции офисного здания с расходом воздуха 5000 м³/ч при работе 10 часов в сутки 250 дней в году (температура наружного воздуха -20°С, внутренней +20°С).

По разделу 4. Экономика и управление энергоэффективностью

1. Определите класс энергетической эффективности здания при следующих показателях:
   - фактическое удельное потребление тепловой энергии: 125 кВтч/м² в год
   - базовое потребление: 150 кВтч/м² в год
2. Перечислите основные критерии систем добровольной сертификации "зеленого" строительства BREEAM и LEED.

Критерии оценки тестовых заданий:
90-100% правильных ответов - "отлично"
75-89% правильных ответов - "хорошо"
60-74% правильных ответов - "удовлетворительно"
менее 60% правильных ответов - "неудовлетворительно"

Практические задания:
1. Теплотехнический расчет ограждающей конструкции
   - Расчет приведенного сопротивления теплопередаче
   - Проверка соответствия нормативным требованиям
   - Оценка возможности выпадения конденсата

Критерии оценки: правильность расчетов, полнота анализа, соответствие нормативным требованиям

2. Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности административного здания
   - Анализ существующих теплопотерь
   - Подбор энергосберегающих технологий
   - Расчет ожидаемого эффекта

Критерии оценки: обоснованность предлагаемых решений, комплексный подход, экономическая эффективность

3. Составление энергетического паспорта здания
   - Заполнение установленной формы
   - Расчет показателей энергетической эффективности
   - Определение класса энергоэффективности

Критерии оценки: полнота заполнения, правильность расчетов, соответствие нормативным требованиям

4. Расчет экономической эффективности энергосберегающих мероприятий
   - Определение капитальных затрат
   - Расчет годовой экономии
   - Определение срока окупаемости

Критерии оценки: правильность методики расчета, учет всех факторов, реалистичность предположений

Критерии оценки практических заданий:
Полнота выполнения - 40%
Качество анализа - 30%
Грамотность оформления - 20%
Соблюдение сроков выполнения - 10%

Формы контроля по темам:
Тема 1.1: Тестирование по основным понятиям энергосбережения
Тема 2.2: Расчетно-графическая работа по теплотехническому расчету
Тема 3.1: Практическая работа по анализу тепловых мостов
Тема 4.2: Защита проекта энергосберегающих мероприятий

Периодичность контроля:
Еженедельное тестирование по пройденному материалу
Две расчетно-графические работы в семестр
Три практические работы с защитой
Промежуточная аттестация по разделам

7.3.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится на соответствующих формам обучения в семестре в форме экзамена.

Экзамен проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня.

В билет включается два вопроса из разных разделов дисциплины и одно практическое задание. Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционных и семинарских занятиях (прилагается). Время на подготовку письменных ответов – до 40 мин, устное собеседование – до 10 минут.

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии. До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все расчетно-графические работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним:

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Курсовая работа	Оформленный отчёт по работе, предусмотренной рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя.
Самостоятельная/практическая работа	Оформленные отчеты по всем работам, предусмотренные рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено».
Тесты в системе LMS	Результат тестов не ниже 90%

7.3.3 Вопросы к экзамену

По разделу 1: Теоретические основы энергоэффективности

1. Основные понятия и определения в области энергосбережения и энергоэффективности
2. Структура энергопотребления зданий различного назначения
3. Энергетический баланс здания: составляющие и методы расчета
4. Теплофизические процессы в ограждающих конструкциях
5. Механизмы передачи тепла: теплопроводность, конвекция, излучение
6. Влажностный режим ограждающих конструкций и методы его нормализации
7. Климатические факторы и их учет при проектировании энергоэффективных зданий
8. Принципы пассивного солнечного отопления и их практическая реализация

По разделу 2: Нормативно-техническое регулирование

9. Федеральный закон № 261-ФЗ "Об энергосбережении": основные положения и требования
10. Система нормативных документов в области энергоэффективности строительства
11. СП 50.13330 "Тепловая защита зданий": нормируемые показатели и методы расчета
12. Классы энергетической эффективности зданий: методика определения и требования
13. Технические регламенты в области энергосбережения
14. Энергетический паспорт здания: назначение, состав и порядок оформления
15. Требования к проведению энергетического обследования зданий

По разделу 3: Методы и технологии повышения энергоэффективности

16. Современные теплоизоляционные материалы: сравнительные характеристики и области применения
17. Тепловые мосты: классификация, методы выявления и устранения
18. Энергоэффективные системы отопления: принципы работы и критерии выбора
19. Системы вентиляции с рекуперацией тепла: типы, эффективность, области применения
20. Энергоэффективные системы кондиционирования и освещения
21. Возобновляемые источники энергии в зданиях: виды, эффективность, особенности применения
22. Интеллектуальные системы управления энергопотреблением.

По разделу 4: Экономика и управление энергоэффективностью

23. Методы оценки экономической эффективности энергосберегающих мероприятий
24. Расчет срока окупаемости инвестиций в энергосберегающие технологии
25. Энергоаудит зданий: методика проведения и оформление результатов
26. Системы добровольной сертификации "зеленого" строительства BREEAM, LEED, GREEN ZOOM
27. BIM-технологии в проектировании энергоэффективных зданий
28. Энергосервисные договоры: виды, содержание, эффективность
29. Управление энергоэффективностью на различных этапах жизненного цикла здания

Практические задания к экзамену:

1. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции
2. Определение класса энергетической эффективности здания по заданным параметрам
3. Разработка мероприятий по устранению тепловых мостов в типовых узлах
4. Расчет экономической эффективности внедрения системы рекуперации тепла
5. Составление фрагмента энергетического паспорта здания

Методические рекомендации по подготовке к экзамену:

При ответе на теоретические вопросы необходимо демонстрировать знание конкретных нормативных документов (ФЗ-261, СП 50.13330, ГОСТы) и их основных положений. Практические задания требуют умения применять расчетные методики к конкретным ситуациям. При разработке энергосберегающих мероприятий следует учитывать их технико-экономическую эффективность.

Рекомендуется использовать актуальные редакции нормативных документов. Особое внимание следует уделять междисциплинарным связям и практическому применению полученных знаний в профессиональной деятельности.

Критерии оценки ответов:

Полнота раскрытия темы - 40%
Глубина понимания нормативных требований и расчетных методик - 30%
Умение применять знания для решения практических задач - 20%
Качество оформления расчетов и обоснований - 10%