Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 19.09.2025 09:41:13
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a672ea0e55c180ed5

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДЕНО
Декан Факультета урбанистики и
городского хозяйства
_____ К.И. Лушин
27 февраля 2025 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Строительная теплофизика и микроклимат зданий»

Направление подготовки
08.03.01 «Строительство»

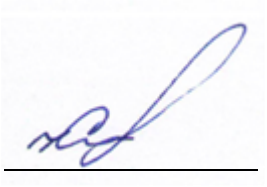
Профиль
«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

Квалификация (степень) выпускника
бакалавр

Форма обучения
очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

Декан факультета, к.т.н.  / Лушин К.И. /

И.О. Фамилия

Согласовано:

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

И.О. Фамилия

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 4
3. Структура и содержание дисциплины ... 5
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 5
3.3. Содержание дисциплины ... 6
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 7
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 9
4.1. Нормативные документы и ГОСТы ... 9
4.2. Основная литература ... 9
4.3. Дополнительная литература ... 9
4.4. Электронные образовательные ресурсы ... 9
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 9
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 10
5. Материально-техническое обеспечение ... 10
6. Методические рекомендации ... 10
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 10
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 11
7. Фонд оценочных средств ... 11
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 11
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 12
7.3. Оценочные средства ... 13

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Строительная теплофизика и микроклимат зданий» следует отнести:

- формирование компетенций обучающегося в области тепловоздушного и влажностного режимов здания и его ограждающих конструкций, представляющих основу изучения технологии обеспечения микроклимата и теплозащиты зданий;
- подготовка обучающегося к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению 08.03.01 Строительство, в том числе формирование навыков выбора исходных данных и расчета теплотехнических показателей теплозащитной оболочки здания для проектирования ОПД.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Строительная теплофизика и микроклимат зданий» следует отнести:

- изучение процессов тепловлагопередачи через наружное ограждение, теплообмена в помещении;
- изучение защитных свойств наружных ограждений;
- изучение принципов выбора параметров микроклимата помещения и наружного климата, как исходных данных к определению тепловой нагрузки на системы отопления-охлаждения и определения воздухообмена в помещении;
- изучение процессов формирования и обеспечения микроклимата помещения;
- закрепление знаний обучающегося и формирование навыков расчета теплотехнических показателей теплозащитной оболочки здания путем выполнения расчетно-графической работы.

Обучение по дисциплине «Строительная теплофизика и микроклимат зданий» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1. Способен выполнять работы по проектированию объектов профессиональной деятельности (ОПД)	ИПК-1.1. Выбирает исходные данные для проектирования ОПД ИПК-1.2. Выбирает нормативно-технические и нормативно-методические документы, определяющие требования для проектирования ОПД
ПК-2. Способен выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения	ИПК-2.1. Рассчитывает теплотехнических показателей теплозащитной оболочки здания

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Дисциплина логически взаимосвязана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

«Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика»,
«Механика жидкости и газа»,
«Техническая термодинамика и тепломассообмен»,
«Основы теплогазоснабжения и вентиляции»,
«Отопление»,
«Источники и системы теплоснабжения предприятий и ЖКХ»,
«Производственная практика (технологическая)»,

«Производственная практика (преддипломная)».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			4
1	**Аудиторные занятия**	**90**	90
	В том числе:		
1.1	Лекции	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия	36	36
1.3	Лабораторные занятия	18	18
2	**Самостоятельная работа**	**90**	90
	В том числе:		
2.1	Выполнение расчетно-графической работы	50	50
2.2	Самостоятельное изучение	40	40
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**Экзамен**	Экзамен
	Итого	**180**	180

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. Тепловлагопередача через наружное ограждение	27	6	6			15
2	Раздел 2. Защитные свойства наружных ограждений	29	6	8			15
3	Раздел 3. Стационарная теплопередача	27	6	2	4		15
4	Раздел 4. Параметры микроклимата помещения и наружного климата	35	4	2	14		15
5	Раздел 5. Тепловая нагрузка на системы отопления-охлаждения и определение воздухообмена в помещении	23	4	4			15

6	Раздел 6. Нестационарная теплопередача	9	2	2			5
7	Раздел 7. Процессы формирования и обеспечения микроклимата помещения	23	6	12			5
8	Раздел 8. Энергопотребление и энергосбережение при обеспечении микроклимата	7	2				5
	Итого	**180**	**36**	**36**	**18**		**90**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Тепловлагопередача через наружное ограждение.

Основы теплопередачи в здании. Теплопередача через многослойное ограждение, сопротивление теплопередаче ограждения. Приведенное сопротивление теплопередаче фрагмента теплозащитной оболочки здания с учетом удельных потерь теплоты через линейные и точечные неоднородности. Причины и последствия появления влаги в ограждающей конструкции и на ее внутренней поверхности. Паропроницание через многослойное ограждение, сопротивление паропроницанию ограждения. Воздухопроницание через ограждающие конструкции. Разность давлений на наружной и внутренней поверхностях ограждений. Воздухопроницаемость строительных материалов.

Раздел 2. Защитные свойства наружных ограждений.

Тепловые, влажностные свойства и свойства воздухопроницаемости материалов. Нормируемое сопротивление теплопередаче наружного ограждения: по санитарно-гигиеническим и энергосбережения требованиям. Экономически целесообразное сопротивление теплопередаче. Плоскость максимального увлажнения в ограждении. Требуемые сопротивления паропроницанию из условия недопустимости накопления влаги в ограждении за годовой период и условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха. Воздушный режим здания. Характеристики процесса воздухопроницания конструкций здания. Гравитационное и ветровое давление. Расчетная разность давления воздуха и эпюры давления. Учет воздушного режима здания при расчете отопления и вентиляции.

Раздел 3. Стационарная теплопередача.

Основное дифференциальное уравнение и методы его решения. Метод конечных разностей в прямоугольных координатах. Приведенное сопротивление теплопередаче неоднородного ограждения, наружных углов стен и примыкания ограждений друг к другу. Учет связей слоев и крепления фасадной конструкции к основному слою. Электротепловая аналогия.

Раздел 4. Параметры микроклимата помещения и наружного климата.

Общее представление о микроклимате помещения и действующая нормативная база в области его обеспечения. Параметры микроклимата: температура воздуха, радиационная температура, температура помещения, влажность воздуха, подвижность воздуха и их комфортные сочетания. Понятие воздушного комфорта, ионный состав, содержание вредных примесей. Нормирование параметров микроклимата и оценка его комфортности. Параметры наружного климата. Расчетные параметры наружного климата, понятие их обеспеченности. Вероятностно-статистическая модель наружного климата.

Раздел 5. Тепловая нагрузка на системы отопления-охлаждения и определение воздухообмена в помещении.

I-d-диаграмма влажного воздуха. Простейшие процессы изменения состояния влажного воздуха. Тепловой баланс помещения и составляющие тепловой нагрузки на системы отопления и охлаждения. Теплопотери помещения через наружные ограждения и за

счет инфильтрации. Принципы определения тепловой мощности систем отопления-охлаждения. Теплопоступления в помещение от людей, освещения, солнечной радиации и других источников. Балансы вредностей в помещении, оценка распределения параметров в помещении, определение воздухообмена по теплоизбыткам и влаге, по газовым выделениям и по кратности, санитарная норма воздуха.

Раздел 6. Нестационарная теплопередача.

Основное дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности. Метод конечных разностей, как основа численных методов. Теплоустойчивость ограждений и помещения. Теплоусвоение и теплопоглощение ограждения и помещения. Затухание и запаздывание температурной волны в ограждении. Непериодические переменные воздействия на помещение. Остывание помещения при отключении теплоснабжения.

Раздел 7. Процессы формирования и обеспечения микроклимата помещения.

Процессы, определяющие формирование микроклимата помещения. Воздействие окружающей среды на здание. Моделирование процессов формирования микроклимата. Виды моделирования. Понятие о математических и физических моделях формирования микроклимата. Моделирование теплового режима помещения. Процессы обработки воздуха в системах вентиляции и кондиционирования воздуха в различные периоды года. Аэродинамика помещения. Движение воздуха у вытяжных и приточных отверстий. Сравнение способов распределения воздуха в помещении. Конвективные струи.

Раздел 8. Энергопотребление и энергосбережение при обеспечении микроклимата.

Годовое энергопотребление системами отопления. Годовое энергопотребление на вентиляцию и кондиционирование воздуха. Наиболее рациональные режимы работы систем кондиционирования воздуха в течение года. Основные пути повышения энергоэффективности систем обеспечения микроклимата.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическое занятие №1. Наружные и внутренние условия. Выбор расчетных наружных и внутренних тепловлажностных условий.
Практическое занятие №2. Требуемые сопротивления теплопередаче. Определение требуемых сопротивлений теплопередаче по санитарно-гигиеническим и энергосбережения условиям.
Практическое занятие №3. Приведенное сопротивление теплопередаче наружного ограждения. Определение тепловлажностных условий эксплуатации ограждения. Выбор теплотехнических характеристик материалов слоев ограждения. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче стены с учетом линейных и точечных неоднородностей. Определение распределения температуры по сечению наружной стены.
Практическое занятие №4. Влажностный режим наружного ограждения. Проверка отсутствия конденсации внутри ограждения и на внутренней поверхности глади стены и в наружном углу. Расчет сопротивления паропроницанию ограждения. Определение распределения парциального давления по сечению наружной стены
Практическое занятие №5. Воздухопроницаемость наружного ограждения. Выбор конструкции окна из условия удовлетворения требуемому сопротивлению теплопередаче. Определение разности давлений по разные стороны окна. Расчет требуемого сопротивления воздухопроницанию.
Практическое занятие №6. Инженерные методы расчета сопротивления теплопередачи через сложное наружное ограждение. Расчет сопротивления теплопередаче ограждения методом сложения проводимостей.

Практическое занятие №7. Удельная теплозащитная характеристика здания.
Практическое занятие №8. Выбор расчетных параметров микроклимата помещения и наружного климата. Выбор расчетных параметров внутреннего климата для помещений здания, указанных в задании на курсовое проектирование. Выбор расчетных параметров наружного климата для района строительства, указанного в задании на курсовую работу.
Практическое занятие №9. Расчет тепловой нагрузки на системы отопления-охлаждения здания. Расчет теплопотерь помещений здания через наружные ограждения и на нагрев инфильтрующегося наружного воздуха. Определение тепловой мощности систем отопления-охлаждения.
Практическое занятие №10. Теплоустойчивость ограждения и помещения. Расчет коэффициентов теплоусвоения и теплопоглощения ограждения. Определение амплитуды колебаний температуры помещения при отоплении пропусками.
Практическое занятие №11. Расчет поступлений в помещение теплоты, влаги и вредных веществ. Расчет теплопоступлений в помещение от людей, освещения, солнечной радиации и других источников, расчет поступления влаги, углекислого газа и других вредных веществ для помещений здания, указанных в задании на курсовую работу.
Практическое занятие №12. Определение воздухообмена в помещении по вредным выделениям. Определение воздухообмена по теплоизбыткам, влаге и по газовым выделениям, санитарная норма наружного воздуха для помещений здания, указанных в задании на курсовую работу.
Практическое занятие №13. Определение воздухообмена в помещении по нормам кратности и уточнение параметров микроклимата помещения. Расчет воздухообмена по нормам кратности для здания по заданию на курсовую работу. Построение процессов изменения состояния воздуха в помещении и определение фактических параметров состояния внутреннего воздуха.

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторная работа 1. Расчет двухмерного температурного поля методом электротепловой аналогии. Изучение аналогии между процессами теплопроводности и электропроводимости. Ознакомление с типами электрических моделей. Разработка электрической модели – геометрического аналога сечения угла наружной стены с использованием масштабов длины и температуры. Измерение электрических потенциалов, соответствующих заданным значениям температуры в сечении стены. Определение температуры в углу стены.
Лабораторная работа 2. Средства измерения параметров микроклимата. Методы и приборы для измерения температуры, скорости движения и относительной влажности воздуха и записи изменения их во времени. Приборы и методы измерения и записи лучистых тепловых потоков.
Лабораторная работа 3. Моделирование процессов в системах обеспечения микроклимата. Методика определения коэффициента гидравлического трения и коэффициентов местных сопротивлений элементов систем вентиляции и кондиционирования воздуха.
Лабораторная работа 4. Моделирование аэродинамики здания. Условия однозначности моделирования, использование явления автомодельности. Методика определения распределения статического давления на фасадах здания в аэродинамической трубе.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Выполнение курсовых проектов (курсовых работ) учебным планом не предусмотрено.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий;
2. СП 60.13330.2020 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха;
3. СП 131.13330.2020 Строительная климатология;
4. СП 54.13330.2016 Здания жилые многоквартирные;
5. СП 56.13330.2011 Производственные здания;
6. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны;
7. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях;
8. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

4.2 Основная литература

1. Малявина, Е.Г. Строительная теплофизика и микроклимат зданий [Текст] : учебник по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение зданий, сооружений и населенных пунктов / Е. Г. Малявина, О. Д. Самарин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. Исследоват. Моск. Гос. Строит. Ун-т. – Москва : Издательство МИСИ-МГСУ, 2018. – 287 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Самарин, О. Д. Основы обеспечения микроклимата зданий [Текст] : учебник для студентов ВПО, обучающихся по программе бакалавриата по направлению 270800 "Строительство" (профиль "Теплогазоснабжение и вентиляция") / О. Д. Самарин. – Москва : АСВ, 2014. – 201 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Электронный образовательный ресурс (ЭОР) системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) в настоящее время находится в разработке.

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/
8. Е-ДОСЬЕ – Электронный эколог. Независимая информация о российских организациях, база нормативных документов и законодательных актов https://e-ecolog.ru/
9. Инженерная сантехника VALTEC (каталог продукции и нормативная документация) https://valtec.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами: АВ2404, АВ2415 и аудитории общего фонда. Для проведения семинарских и лабораторных работ используются аудитории: АВ2406, АВ1101 и аудитории корпуса УРБАН.ТЕХНОГРАД Инновационно-образовательном комплексе «Техноград», который расположен на территории ВДНХ.

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 или зачётом) 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 рефератов, лабораторных работ, курсовых работ и проектов 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 соответствие 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:

В пятом семестре:

- подготовка к лабораторным занятиям и защита отчета по лабораторным работам; контрольная работа; расчетно-графическая работа; экзамен.

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).

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

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. Необходимым условием прохождения промежуточной аттестации является выполнение всех видов работ, предусмотренных данной рабочей программой по дисциплине «Строительная теплофизика и микроклимат зданий». На дату проведения промежуточной аттестации студенты должны выполнить все виды учебной и самостоятельной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Строительная теплофизика и микроклимат зданий».

Шкала оценивания для экзамена:

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 может быть допущена незначительная ошибка, неточность, затруднение 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: контрольная работа, расчетно-графическая работа, защита отчета по лабораторной работе.

Вопросы для подготовки к контрольной работе:

1. Виды теплообмена.
2. Понятие о теплопередаче в ограждающих конструкциях здания. Коэффициент теплопередачи.
3. Требуемые сопротивления теплопередаче ограждения.
4. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждения.
5. Распределение температуры по сечению ограждения.
6. Причины выпадения влаги на поверхностях и внутри ограждающей конструкции и отрицательные последствия этого процесса.
7. Понятие о процессе паропроницания через ограждающую конструкцию.
8. Свойства паропроницаемости материала.
9. Сопротивление паропроницанию ограждения.
10. Распределение парциального давления по сечению многослойной ограждающей конструкции.
11. Конструирование наружного ограждения с теплотехнической точки зрения.
12. Понятие о требуемых сопротивлениях паропроницанию ограждающей конструкции.
13. Общее представление о процессе воздухопроницания.
14. Свойства воздухопроницаемости наружных ограждений.
15. Требуемое и фактическое сопротивления воздухопроницанию ограждений.
16. Разность давлений по разные стороны воздухопроницаемой ограждающей конструкции. Внутреннее давление в помещениях.
17. Расчетная разность давлений для выбора плотности заполнения светопроемов.
18. Понятие о стационарном двухмерном температурном поле.
19. Методы расчета двухмерных температурных полей. Сущность метода сеток. Метод сложения проводимостей.
20. Физический смысл коэффициента теплоусвоения материала.
21. Что такое показатель тепловой инерции ограждения?
22. Что такое теплоустойчивость ограждения? В каких проявлениях интересует нас теплоустойчивость ограждений и помещений?

23. В чем физический смысл коэффициента теплоусвоения поверхности конструкции?
24. При каком расположении конструктивного и теплоизоляционного слоев теплоустойчивость ограждения по отношению к внутренним тепловым воздействиям будет выше?
25. Какую по теплоустойчивости отделку следует сделать в помещении, в котором для экономии энергии осуществляется отопление только в рабочую часть суток?
26. Чему равно минимальное затухание температурной волны? При каком расположении слоев затухание увеличивается?
27. Что такое теплоустойчивость помещения?
28. В чем физический смысл показателя теплоусвоения помещения?
29. В чем физический смысл показателя теплопоглощения помещения?
30. Чему равна амплитуда колебаний температуры помещения при гармонических колебаниях теплового потока?
31. Что учитывает поправочный коэффициент в формуле для определения амплитуды колебаний температуры помещения?
32. Какая периодическая теплоподача называется прерывистой?
33. Понятие микроклимата помещения.
34. Определение температур точки росы и мокрого термометра на I-d–диаграмме.
35. Аналитический расчет параметров состояния влажного воздуха.
36. Методика расчета тепловых потерь помещений через ограждения.
37. Основные параметры состояния влажного воздуха и их физический смысл.
38. Построение элементарных процессов на I-d – диаграмме.
39. Комфортность тепловлажностной обстановки в помещении.
40. Наружные метеорологические условия для расчета систем ОВК.
41. Вероятностно-статистическая модель наружного климата.
42. Вывод формулы для расчета воздухообмена общеобменной вентиляции.
43. Определение парциального давления водяного пара и упругости насыщенных паров на I-d – диаграмме.
44. Расчет теплоты на нагрев инфильтрующегося воздуха.
45. Случаи контакта воздуха с водой.
46. Смешивание воздуха двух параметров.
47. I-d – диаграмма влажного воздуха. Принцип построения и параметры, которые диаграмма связывает.
48. Определение температуры уходящего воздуха при вентиляции.
49. Последовательность расчета теплопоступлений от солнечной радиации.
50. Определение воздухообмена по санитарным нормативам.
51. Параметры внутреннего микроклимата. Допустимые и оптимальные условия.
52. Категории тяжести работы и их влияние на выбор внутренних метеопараметров.
53. Тепловой баланс помещения.
54. Расчет поступлений теплоты, влаги и CO2 от людей и теплопоступлений от освещения.
55. Расчет воздухообмена по вредным выделениям.
56. Построение процесса обработки воздуха в ТП на I-d–диаграмме (вентиляция).
57. Классификация приточных струй.
58. Построение процесса обработки воздуха в ХП на I-d–диаграмме (вентиляция).
59. Сравнение обычной вентиляции с адиабатным увлажнением в ТП.
60. Понятие о моделировании процессов формирования микроклимата.
61. Компактная, свободная, осесимметричная, изотермическая струя. Основные параметры.
62. Факторы и схема воздействия наружной среды на микроклимат помещения.
63. Построение процесса обработки воздуха в ПП на I-d–диаграмме (вентиляция).

64. Воздействие ветра на здание и схема теплообмена на наружной поверхности ограждения.

65. Стационарный температурный режим помещения (модель с сосредоточенными параметрами).

66. Нестационарный температурный режим помещения (модель с сосредоточенными параметрами).

67. Применение рециркуляции в воздухообмене помещений. Построение процесса в ТП.

68. Конвективные струи.

69. Построение процесса обработки воздуха в ТП на I-d-диаграмме (кондиционирование). Вариант с осушкой без второго подогрева.

70. Настилающиеся струи и их применение для воздухораздачи.

71. Применение для воздухораздачи веерных и компактных струй.

72. Построение процесса обработки воздуха на I-d – диаграмме в ХП (кондиционирование). Вариант без 2-го подогрева с адиабатным увлажнением.

73. Инженерный метод расчета воздухораспределителей.

74. Адиабатное увлажнение воздуха в ТП на I-d-диаграмме.

Тематика расчетно-графической работы: «Теплотехнический расчет наружных ограждений и расчет мощности системы отопления в помещениях здания».

Состав типового задания на выполнение расчетно-графической работы:

В качестве исходных данных обучающемуся выдаются планы гражданского здания по вариантам.

Задается район строительства и ориентация главного фасада здания.

Обучающийся должен выполнить теплотехнический расчет наружных ограждений и расчет теплового режима здания, расчет мощности системы отопления в помещениях здания.

РГР состоит из графической части и пояснительной записки к ней.

В пояснительную записку входят следующие разделы:

Часть 1. Строительная теплофизика.

1.1. Наружные и внутренние условия для выбора теплозащиты здания.

1.2. Требуемые сопротивления теплопередаче.

2.1. Приведенное сопротивление теплопередаче наружного ограждения.

2.2. Влажностный режим наружного ограждения.

2.3. Воздухопроницаемость наружного ограждения.

3.1. Инженерные методы расчета сопротивления теплопередачи через сложное наружное ограждение.

3.2. Удельная теплозащитная характеристика здания (проверка выполнения комплексного требования к теплозащитной оболочке здания).

Часть 2. Микроклимат зданий.

4. Выбор расчетных параметров наружного и внутреннего климата.

5. Определение мощности системы отопления здания.

Графическая часть курсовой работы включает планы подвала и этажей, выполненные на бумаге в масштабе 1:100.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в 4 семестре обучения в форме экзамена.

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

Регламент проведения экзамена:

1. В билет включается (3) вопроса из разных разделов дисциплины и (одно, два) практических задания.

2. Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционные и практические занятия (прилагается).

3. Время на подготовку письменных ответов - до 40 мин, устное собеседование - до 10 минут.

4. Проведение аттестации (экзамена) с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с утверждённым в университете "Порядком проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий".

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

Перечень обязательных работ:

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Лабораторная работа	Оформленный отчет по выполнению определения теплоотдачи отопительного прибора при его регулировании
Контрольная работа	Контрольные работы, выполненные на положительную оценку
Расчетно-графическая работа	Расчетно-графическая работа, выполненная на положительную оценку

Если не выполнен один или более видов учебной или самостоятельной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

Вопросы для подготовки к экзамену:

Раздел 1. Тепловлагопередача через наружное ограждение.

Общее представление об элементарных видах теплообмена.

Понятие о теплопередаче в ограждающих конструкциях здания. Коэффициент теплопередачи.

Требуемые сопротивления теплопередаче ограждения.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждения. Распределение температуры по сечению ограждения.

Причины выпадения влаги на поверхностях и внутри ограждающей конструкции и отрицательные последствия этого процесса.

Понятие о процессе паропроницания через ограждающую конструкцию и свойствах паропроницаемости материала.

Сопротивление паропроницанию ограждения, распределение парциального давления по сечению многослойной ограждающей конструкции.

Раздел 2. Защитные свойства наружных ограждений.

Конструирование наружного ограждения с теплотехнической точки зрения.

Понятие о требуемых сопротивлениях паропроницанию ограждающей конструкции.

Общее представление о процессе воздухопроницания и свойствах воздухопроницаемости наружных ограждений.

Требуемое и фактическое сопротивления воздухопроницанию ограждений.

Аэродинамические коэффициенты, формирующиеся на поверхностях ограждения при обдувании их ветром. Коэффициент, учитывающий динамические свойства ветра в застройке.

Разность давлений по разные стороны воздухопроницаемой ограждающей конструкции. Внутреннее давление в помещениях. Расчетная разность давлений для выбора плотности заполнения светопроемов.

Раздел 3. Стационарная теплопередача.

Понятие о стационарном двухмерном температурном поле.

Характерные двухмерные элементы в наружной оболочке здания. Задачи расчета теплопередачи через двухмерный элемент наружного ограждения.

Методы расчета двухмерных температурных полей. Сущность метода сеток. Метод сложения проводимостей.

Что такое электротепловая аналогия и почему она возможна. Прямые аналоги в тепловом и электрическом полях. Существует ли в электрическом поле аналог коэффициента теплообмена на поверхности стенки?

С помощью каких двух групп электрических моделей осуществляется моделирование процессов теплопередачи? Из какого материала выполняется электрическая модель?

Почему в электрической модели приходится прибегать к эквивалентным слоям, отсутствующим в реальной стенке? Зачем в модели эквивалентного слоя делаются надрезы перпендикулярно границе стенки?

Зачем при моделировании соблюдаются масштабные соотношения? Чему равен масштаб температур при электротепловом моделировании? Чему равен масштаб длин при электротепловом моделировании?

Раздел 4. Параметры микроклимата помещения и наружного климата.

Понятие микроклимата помещения.

Определение температур точки росы и мокрого термометра на I-d–диаграмме.

Аналитический расчет параметров состояния влажного воздуха.

Основные параметры состояния влажного воздуха и их физический смысл.

Построение элементарных процессов на I-d – диаграмме.

Комфортность тепловлажностной обстановки в помещении.

Наружные метеорологические условия для расчета систем ОВК.

Вероятностно-статистическая модель наружного климата.

Вывод формулы для расчета воздухообмена общеобменной вентиляции.

Определение парциального давления водяного пара и упругости насыщенных паров на I-d – диаграмме.

Случаи контакта воздуха с водой.

Оценка комфортности тепловлажностной обстановки по Фангеру.

Смешивание воздуха двух параметров.

I-d – диаграмма влажного воздуха. Принцип построения и параметры, которые диаграмма связывает.

Параметры внутреннего микроклимата. Допустимые и оптимальные условия.

Категории тяжести работы и их влияние на выбор внутренних метеопараметров.

Раздел 5. Тепловая нагрузка на системы отопления-охлаждения и определение воздухообмена в помещении.

Тепловой баланс помещения. Методика расчета тепловых потерь помещений через ограждения. Расчет теплоты на нагрев инфильтрующегося воздуха.

Расчет поступлений теплоты, влаги и CO2 от людей и теплопоступлений от освещения.

Определение воздухообмена по санитарным нормативам. Последовательность расчета теплопоступлений от солнечной радиации.

Расчет воздухообмена по вредным выделениям.

Раздел 6. Нестационарная теплопередача.

Напишите основное дифференциальное уравнение нестационарной теплопроводности. Перечислите методы решения задач нестационарной теплопередачи через наружное ограждение.

В чем сущность метода конечных разностей при решении задач нестационарной теплопроводности? Напишите уравнение нестационарной теплопроводности в конечных разностях.

Чему равна температура в произвольном сечении стенки в произвольный момент времени при решении методом конечных разностей? Физический смысл коэффициента теплоусвоения материала.

Что такое показатель тепловой инерции ограждения?

Что такое слой резких колебаний? Чему равна толщина слоя резких колебаний ограждения?

Что такое теплоустойчивость ограждения? В каких проявлениях интересует нас теплоустойчивость ограждений и помещений?

В чем физический смысл коэффициента теплоусвоения поверхности конструкции?

Какая часть конструкции учитывается при определении коэффициента теплоусвоения поверхности ограждения? Чему равен коэффициент теплоусвоения поверхности ограждения, если слой резких колебаний укладывается в прилежащий к ней материальный слой?

Чему равен коэффициент теплоусвоения поверхности ограждения, если слой резких колебаний захватывает два или более прилежащих к ней материальных слоев?

При каком расположении конструктивного и теплоизоляционного слоев теплоустойчивость ограждения по отношению к внутренним тепловым воздействиям будет выше?

Какую по теплоустойчивости отделку следует сделать в помещении, в котором для экономии энергии осуществляется отопление только в рабочую часть суток?

Какую по теплоустойчивости отделку следует сделать в помещении, в котором постоянно пребывают люди и осуществляется периодическое печное отопление?

В чем физический смысл коэффициента теплопоглощения поверхности ограждения? Чему равен коэффициент теплопоглощения поверхности ограждения?

Что такое затухание температурной волны в ограждающей конструкции? Что такое запаздывание температурной волны ограждающей конструкции?

Чему равно минимальное затухание температурной волны? При каком расположении слоев затухание увеличивается?

Что такое теплоустойчивость помещения?

В чем физический смысл показателя теплоусвоения помещения?

В чем физический смысл показателя теплопоглощения помещения?

Чему равна амплитуда колебаний температуры помещения при гармонических колебаниях теплового потока?

Что учитывает поправочный коэффициент в формуле для определения амплитуды колебаний температуры помещения?

Какая периодическая теплоподача называется прерывистой?

Раздел 7. Процессы формирования и обеспечения микроклимата помещения.

Построение процесса обработки воздуха в ХП на I-d–диаграмме (вентиляция). Факторы и схема воздействия наружной среды на микроклимат помещения. Построение процесса обработки воздуха в ТП на I-d-диаграмме (кондиционирование). Вариант без осушки. Построение процесса обработки воздуха в ТП на I-d-диаграмме (кондиционирование). Вариант с осушкой и вторым подогревом.

Применение рециркуляции в воздухообмене помещений. Построение процесса в ХП. Построение процесса обработки воздуха на I-d – диаграмме в ХП (кондиционирование). Вариант с теплоутилизацией. Движение воздуха у линейного стока. Применение рециркуляции в воздухообмене помещений. Построение процесса в ТП.

Конвективные струи.

Построение процесса обработки воздуха в ТП на I-d-диаграмме (кондиционирование). Вариант с осушкой без второго подогрева.

Настилающиеся струи и их применение для воздухораздачи.

Применение для воздухораздачи веерных и компактных струй.

Определение температуры уходящего воздуха при вентиляции.

Построение процесса обработки воздуха на I-d – диаграмме в ХП (кондиционирование). Вариант без 2-го подогрева с адиабатным увлажнением.

Инженерный метод расчета воздухораспределителей.

Адиабатное увлажнение воздуха в ТП на I-d-диаграмме. Построение процесса обработки воздуха на I-d – диаграмме в ХП (кондиционирование). Вариант со 2-м подогревом. Стационарный температурный режим помещения (модель с сосредоточенными параметрами).

Нестационарный температурный режим помещения (модель с сосредоточенными параметрами).

Движение воздуха у точечного стока.

Построение процесса обработки воздуха в ТП на I-d–диаграмме (вентиляция).

Классификация приточных струй.

Построение процесса обработки воздуха в ПП на I-d–диаграмме (вентиляция).

Воздействие ветра на здание и схема теплообмена на наружной поверхности ограждения. Сравнение обычной вентиляции с адиабатным увлажнением в ТП.

Понятие о моделировании процессов формирования микроклимата.

Компактная, свободная, осесимметричная, изотермическая струя. Основные параметры.

Раздел 8. Энергопотребление и энергосбережение при обеспечении микроклимата.

Годовое потребление энергии системами отопления. Наиболее целесообразные режимы работы систем КВ в течение года. Годовое потребление энергии системами В и КВ (упрощенные варианты расчета). Понятие климатической кривой и способ ее построения.

Годовое потребление энергии системами В и КВ (расчет по климатической кривой). Основные пути повышения энергоэффективности систем обеспечения микроклимата.