

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт архитектуры, строительства и энергетики

УТВЕРЖДАЮ

Директор института

С.Н. Авдеев

« 25 » апреля 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕПЛОФИЗИКА»**

Направление подготовки:

08.03.01 «Строительство»

Направленность (профиль) подготовки:

«Теплогазоснабжение и вентиляция»

г. Владимир

2022

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Строительная теплофизика» является: системное изложение положений, составляющих физическую сущность тепловоздушного и влажностного режимов здания и представляющих основу изучения технологии обеспечения микроклимата.

Задачи:

- сформировать общее представление о постановке и методах решения теплового, влажностного, газового и воздушного режима здания, как единой системы обеспечения заданного микроклимата в помещении;
- научить студента умению использовать теоретические положения и методы расчета в процессе проектирования и эксплуатации систем обеспечения микроклимата здания.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина Б1.В.09 «Строительная теплофизика» относится к вариативной части, формируемой участниками образовательных отношений.

Пререквизиты дисциплины «Математика», «Физика», «Механика», «Механика жидкости и газа», «Инженерные сети», «Строительная физика».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП:

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1. Способность выполнять работы по разработке технических решений элементов и узлов котельных, тепловых пунктов и тепловых сетей	<p>ПК-1.1. Знает правила выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию, правила и стандарты системы контроля (менеджмента) качества проектной организации, специальные компьютерные программы, необходимые для разработки проектной и рабочей документации по технологическим решениям.</p> <p>ПК-1.2. Умеет оформлять проектную документацию в соответствии с требованиями нормативных документов на проектную документацию, работать с персональным компьютером, множительной техникой, сканерами и факсами, работать с текстовыми редакторами, графическими программами, выполнять чертежи без использования компьютера.</p> <p>ПК-1.3. Владеет компоновкой и разбивкой чертежей для выполнения отдельных узлов и элементов технологического оборудования, выбором масштаба для выполнения отдельных узлов и элементов технологического оборудования, вычерчиванием элементов, узлов и деталей, привязкой типовых решений отдельных элементов, узлов и деталей. сверкой копий проектных документов с их оригиналами, составлением экспликаций и спецификаций по разработанным чертежам, внесением изменений в разработанную документацию, сдачей проектной документации в архив.</p>	<p>Знает основные понятия, законы и процессы строительной теплофизики в части задач теплоснабжения;</p> <p>Умеет пользоваться методами решения теплофизических задач по расчету тепловых сетей;</p> <p>Владеет навыками моделирования прикладных задач строительной теплофизики в части задач теплоснабжения.</p>	Рейтинг-контроли Тесты

<p>ПК-2. Способен выполнять работы по разработке технических решений элементов и узлов систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха</p>	<p>ПК-2.1. Знает требования нормативных правовых актов, нормативно-технических документов к составу и порядку выдачи исходно-разрешительной документации на проектирование систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции...</p> <p>ПК-2.2. Умеет осуществлять и обосновывать выбор типовых проектных решений элементов и узлов систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции...</p> <p>ПК-2.3. Владеет анализом типовых проектных решений элементов и узлов систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции, разработка вариантов технических решений элементов и узлов систем внутреннего теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, воздушного отопления, противодымной вентиляции...</p>	<p>Знает основные понятия, законы и процессы систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха.</p> <p>Умеет пользоваться методами решения теплофизических задач по расчету систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха.</p> <p>Владеет навыками моделирования прикладных задач строительной теплофизики в части задач систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха.</p>	<p>Рейтинг-контроли Тесты</p>
<p>ПК-3. Способен выполнять работы по разработке технических решений элементов и узлов систем газоснабжения</p>	<p>ПК-3.1. Знает правила выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативно-технических документов, правила и стандарты системы контроля (менеджмента) качества проектной организации, требования нормативных правовых актов, нормативно-технических документов по проектированию и строительству ...</p> <p>ПК-3.2. Умеет применять требования нормативно-технических документов в области проектирования и строительства ..., применять профессиональные компьютерные программные средства и имеющуюся информацию для подготовки проектной документации ..., пользоваться информационно-телекоммуникационной сетью Интернет.</p> <p>ПК-3.3. Владеет методикой сбора, обработки и анализа исходных данных для выполнения планов и профилей наружных газовых сетей, проектированием и расчетом систем газоснабжения.</p>	<p>Знает основные понятия, законы и процессы строительной теплофизики в части задач газоснабжения.</p> <p>Умеет пользоваться методами решения теплофизических задач по расчету газовых сетей.</p> <p>Владеет навыками моделирования прикладных задач строительной теплофизики в части задач газоснабжения.</p>	<p>Рейтинг-контроли Экзамен</p>

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	В форме практической подготовки		
1	Теплообмен в помещении	5	1-2	2	2			5	
2	Тепловой режим здания	5	3-4	2	2		2	5	
3	Тепловой баланс помещения и теплотраты на отопление здания	5	5-6	2	2		2	5	Рейтинг-контроль
4	Тепловой баланс воздуха в помещении	5	7-8	2	2		2	5	
5	Теплоустойчивость ограждения	5	9-10	2	2			5	
6	Воздушный режим здания	5	11-12	2	2		2	5	Рейтинг-контроль
7	Влажностный режим здания	5	13-14	2	2		2	5	
8	Термодинамика влажного материала	5	15-16	2	2		2	5	
9	Тепло- и влагопередача в ограждающих конструкциях	5	17-18	2	2			5	Рейтинг-контроль
Наличие в дисциплине КП/КР					-				
Всего за 5 семестр		108		18	18		12	45	Экзамен
Итого по дисциплине		108		18	18		12	45	Экзамен

Тематический план форма обучения – очно-заочная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	В форме практической подготовки		
1	Теплообмен в помещении	4	1-2	2		2		12	
2	Тепловой режим здания	4	3-4	2		2	2	12	
3	Тепловой баланс помещения и теплотраты на отопление здания	4	5-6	2		2	2	12	Рейтинг-контроль
4	Тепловой баланс воздуха в помещении	4	7-8	2		2	2	12	
5	Теплоустойчивость ограждения	4	9-10	2		2		12	
6	Воздушный режим здания	4	11-12	2		2	2	14	Рейтинг-контроль
7	Влажностный режим здания	4	13-14	2		2	2	14	
8	Термодинамика влажного материала	4	15-16	2		2	2	14	

9	Тепло- и влагопередача в ограждающих конструкциях	4	17-18	2		2		14	Рейтинг-контроль.
Наличие в дисциплине КП/КР					+				
Всего за 5 семестр		144		14		14	12	116	Зачет с оценкой
Итого по дисциплине		144		14		14	12	116	Зачет с оценкой

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Теплообмен в помещении.

Основы теории теплообмена. Виды передачи теплоты: процесс теплопроводности; конвективный теплообмен; тепловое излучение. Виды теплообмена и элементы помещения, участвующие в нем.

Тема 2. Тепловой режим здания.

Стационарная теплопередача через ограждение. Фактор формы. Теплопередача наружного угла, стыка ограждений, ограждения с проемом. Теплопередача через ограждение с герметичной и вентилируемой воздушной прослойкой.

Тема 3. Тепловой баланс помещения и теплотраты на отопление здания.

Общий теплообмен на поверхности в помещении. Система уравнений общего теплообмена в помещении. Уравнение общего теплообмена в помещении.

Тема 4. Тепловой баланс воздуха в помещении.

Процесс общего теплообмена и поглощения тепла в помещении. Уравнение теплоустойчивости в помещении. Гармонические и прерывистые поступления лучистого и конвективного тепла. Изменение температуры воздуха, поверхностей и помещения.

Тема 5. Теплоустойчивость ограждения.

Теплоустойчивость ограждения колебаниям тепловых потоков в помещении. Теплоустойчивость ограждения сквозному прониканию колебаний температуры наружного воздуха.

Тема 6. Воздушный режим здания.

Воздухопроницаемость. Теплопередача через ограждение при наличии фильтрации воздуха на теплопередачу. Учет воздушного режима здания при расчете отопления и вентиляции. Теплопередача при фильтрации воздуха через ограждения, стык конструкции и заполнение световых проемов.

Тема 7. Влажностный режим здания.

Влажный воздух. Конденсация влаги. Влагосодержание и влагоемкость воздуха. Упругость водяного пара.

Тема 8. Термодинамика влажного материала.

Теплофизические характеристики строительных материалов. Основы термодинамики влажного воздуха. Потенциал влажности. Влагопроводность и влагосодержание строительных материалов. Термо-влагопроводность. Паропроницаемость материала.

Тема 9. Тепло- и влагопередача в ограждающих конструкциях.

Расчет тепло- и влагопередачи через ограждение на основе потенциала влажности. Стационарная тепло- и влагопередача. Нестационарная тепло- и влагопередача.

Содержание практических занятий по дисциплине

№ п/п	№ раздела	Наименование раздела, темы	Кол-во часов
1	1	Теплотехнический расчет наружного ограждения стены	2
2	2	Расчет теплоустойчивости наружного ограждения	2
3	3	Проверка внутренней поверхности ограждения (стены) на возможность конденсации влаги из внутреннего воздействия	2
4	4	Проверка на возможность конденсации влаги в толще ограждения (стены)	2

5	5	Расчет сопротивление воздухопроницаемости многослойной ограждающей конструкции	2
6	6	Расчет основных потерь через ограждающие конструкции здания	2
7	7	Расчет дополнительных тепловпотерь на ориентацию	2
8	8	Выбор расчетных параметров внутреннего и наружного воздуха для проектирования наружных ограждений зданий	2
9	9	Построение $i-d$ -диаграммы основных процессов измерения тепловлажностного состояния воздуха	2

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Оценивающими средствами для текущего контроля успеваемости являются рейтинг-контроли.

Рейтинг-контроль № 1

1. Теплопроводность.
2. Теплопередача излучением.
3. Теплопередача конвекцией.
4. Пористость и объемный вес.
5. Влажность.
6. Теплоемкость.
7. Расчетные тепловые условия.
8. Теплообмен человека в помещении.

Рейтинг-контроль № 2

1. Расчет сопротивления теплопередачи ограждения.
2. Расчет температуры в ограждении.
3. Расчет температуры внутренней поверхности ограждения.
4. Расчет температуры внутренней поверхности ограждения при интенсивном облучении.
5. Воздушные прослойки.
6. Нормирование сопротивления теплопередаче наружных ограждений.
7. Теплоусвоение.
8. Теплоустойчивость.

Рейтинг-контроль № 3

1. Воздухопроницаемость материалов.
2. Воздухопроницаемость ограждений.
3. Значение влажностного режима наружных ограждений.
4. Конденсация влаги на поверхности ограждений.
5. Сорбция и десорбция.
6. Паропроницаемость.
7. Перемещение влаги в строительных материалах.
8. Влажностный режим бесчердачных перекрытий.

5.2. Промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену (зачету с оценкой)

1. Теплопроводность.
2. Теплопередача излучением.
3. Теплопередача конвекцией.

4. Пористость и объемный вес.
5. Влажность.
6. Теплоемкость.
7. Расчетные тепловые условия.
8. Теплообмен человека в помещении.
9. Расчет сопротивления теплопередачи ограждения.
10. Расчет температуры в ограждении.
11. Расчет температуры внутренней поверхности ограждения.
12. Расчет температуры внутренней поверхности ограждения при интенсивном облучении.
13. Воздушные прослойки.
14. Нормирование сопротивления теплопередаче наружных ограждений.
15. Теплоусвоение.
16. Теплоустойчивость.
17. Воздухопроницаемость материалов.
18. Воздухопроницаемость ограждений.
19. Значение влажностного режима наружных ограждений.
20. Конденсация влаги на поверхности ограждений.
21. Сорбция и десорбция.
22. Паропроницаемость.
23. Перемещение влаги в строительных материалах.
24. Влажностный режим бесчердачных перекрытий.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося

1. Параметры наружного климата и их нормирование.
2. СНиП 23-01-99*. Строительная климатология.
3. Тепловой баланс и терморегуляция организма человека.
4. Комфортные значения влажности и подвижности воздуха, физиологическое влияние.
5. Теплотери помещения через наружные ограждения.
6. Определение воздухообмена по газовым выделениям и по кратности, санитарная норма воздуха.
7. Процессы изменения состояния влажного воздуха, луч процесса.
8. Тепловлажностное отношение в помещении.
9. Структура энергопотребления на отопление, охлаждение и вентиляцию помещения.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
1. Кудинов А.А. Строительная теплофизика: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 262 с. 978-5-16-103379-1.	2019	–	https://znanium.com/catalog/product/1002061
2. Беляев В.С., Граник Ю.Г., Матросов Ю.А. Энергоэффективность и теплозащита зданий: учеб. пособие. – М.: АСВ. – 400 с. 978-5-93093-838-8.	2016	–	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938388.html

1	2	3	4
3. Протасевич А.М. Строительная теплофизика ограждающих конструкций зданий и сооружений: учеб. пособие. – Минск: Вышэйшая школа. – 240 с. 978-985-06-2503-8.	2015	–	http://www.iprbookshop.ru/35550
4. Малявина Е.Г., Самарин О.Д. Строительная теплофизика и микроклимат зданий: учебник. – М.: МГСУ. – 188 с. 978-5-7264-1848-3.	2018	–	http://www.iprbookshop.ru/86297
5. Логинов В.С., Юхнов В.Е. Практикум по основам теплотехники: учеб. пособие. – СПб.: Лань. – 128 с. 978-5-8114-3377-3.	2019	–	https://e.lanbook.com/book/112679
Дополнительная литература			
1. Кудинов А.А. Тепломассообмен: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 375 с. 978-5-16-011093-6.	2015	–	https://znanium.com/catalog/product/512522
2. Видин Ю.В., Иванов В.В., Казаков Р.В. Инженерные методы расчета задач теплообмена: монография. – Красноярск: СФУ. – 168 с. 978-5-7638-2940-2	2014	–	https://znanium.com/catalog/product/506059
3. Зеликов В.В. Справочник инженера по отоплению, вентиляции и кондиционированию. – М.: Инфра-Инженерия, 2013. – 624 с. 978-5-9729-0037-4.	2013	–	http://www.iprbookshop.ru/13551.html
4. Кудинов А.А., Карташов Э.М., Стефанюк Е.В. Теплотехника: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 424 с. 978-5-905554-80-3.	2015	–	https://znanium.com/catalog/product/486472
5. Комков В.А., Тимахова Н.С. Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 204 с. 978-5-16-100443-2.	2019	3 (2010)	https://znanium.com/catalog/product/988126
6. Белкин П.Н. Теплофизика: сб. задач. – Саратов: Вузовское образование. – 51 с. 2227-8397.	2013	–	http://www.iprbookshop.ru/18392
7. Толстова Ю.И., Шумилов Р.Н. Основы строительной теплофизики: учеб. пособие. – Екатеринбург: УФУ. – 104 с. 978-5-7996-1131-6.	2014	–	http://www.iprbookshop.ru/66567
8. Самарин О.Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность: монография. – М.: АСВ. – 296 с. 978-5-93093-665-0.	2014	–	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930936650.html
9. Жерлыкина М.Н., Яременко С.А. Системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений: учеб. пособие. – Вологда: Инфра-Инженерия. – 164 с. 978-5-9729-0240-8.	2018	–	https://znanium.com/catalog/product/989439
10. Архитектурно-строительное проектирование. Проектирование тепловой защиты зданий, строений, сооружений: сб. нормативных актов и документов / Сост.: Ю.В. Хлистул. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2015. – 402 с. 978-5-905916-17-5.	2015	–	http://www.iprbookshop.ru/30225.html

6.2. Периодические издания

1. «АВОК».
2. «Инженерные системы».
3. «Сантехника. Отопление. Кондиционирование».
4. «Технологии интеллектуального строительства».

6.3. Интернет-ресурсы

1. НОУ-ХАУС.ру – Национальная информационная система по строительству // <http://www.know-house.ru>.
2. АВОК – Некоммерческое Партнерство инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике // <http://www.abok.ru>.
3. Теплосфера – Оптимальные инженерные решения // <http://tsfera.ru>.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения лекционных занятий есть аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием и компьютером. Для проведения практических работ имеется лаборатория, оснащенная следующим оборудованием:

- лабораторная установка «Автоматизированная котельная на жидком и газообразном топливе»;
- комплект лабораторного оборудования «Автоматизированная система отопления АСО-03»;
- тепловизор TESTO-875;
- стенд гидравлический универсальный ТМЖ2М;
- стенд регулирующей и предохранительной арматуры;
- приборы для измерения теплофизических параметров (анемометр, психрометр, контактный термометр, шумомер).

Рабочую программу составил к.т.н., доцент кафедры ТГВ и Г Шеногин М.В.  _____

Рецензент: к.т.н.,
начальник ПСО ООО «Климат-сервис» Сущинин А.А.  _____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТГВ и Г.

Протокол № 8 от 19 апреля 2022 года.

Зав. кафедрой ТГВ и Г Угорова С.В.  _____

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 08.03.01 «Строительство».

Протокол № 8 от 25 апреля 2022 года.

Председатель комиссии директор ИАСЭ Авдеев С.Н.  _____

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2022/2023 учебный год

Протокол заседания кафедры № 9 от 17 мая 2022 года

Заведующий кафедрой _____

