

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ и ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Институт Строительства и архитектуры

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке
А.В. Германенко
2022 г.




РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЕНТИЛЯЦИИ
ЗДАНИЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Программа аспирантуры <i>Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение</i>	Код ПА 2.1.3
Группа специальностей <i>Строительство и архитектура</i>	Код 2.1
Федеральные государственные требования (ФГТ)	Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951
Самостоятельно утвержденные требования (СУТ)	Приказ «О введении в действие «Требований к разработке и реализации программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре УрФУ» №315/03 от 31.03.2022

Екатеринбург
2022 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Ширяева Нина Павловна	к.т.н., доцент	зав. кафедрой	Кафедра Теплогазоснабж ение и вентиляция	

Рекомендовано учебно-методическим советом института Строительства и архитектуры

Председатель учебно-методического совета
Протокол № 2 от 15.09.2022 г.



Л.И. Миронова

Согласовано:

Начальник ОПНПК



Е.А. Бутрина

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «Моделирование процессов вентиляции зданий различного назначения»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Цели и задачи дисциплины - познакомить аспирантов и соискателей с методами математического и физического моделирования и теорией подобия, привить им навыки работы с научной литературой, опытом решения задач по организации воздухообмена в зданиях различного назначения с использованием математических методов, современных стандартных программ и понимание физических процессов, происходящих в реальных условиях.

Место дисциплины-модуля в модульной структуре образовательной программы

1	Пререквизиты	«История и философия науки»; «Наукометрия и современные информационно-коммуникативные технологии в науке» «Научно-исследовательская практика»
2	Кореквизиты	«Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение»
3	Постреквизиты	Итоговая государственная аттестация

1.2. Язык реализации дисциплины - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- теорию подобия и методики математического и физического моделирования;
- основные закономерности развития приточных и конвективных струй и их взаимодействия;
- методы построения схем циркуляции и соответствующих им физических и математических моделей вентиляционного процесса в зданиях различного назначения.

Уметь:

- самостоятельно формулировать и решать задачи организации воздухообмена с целью выбора наиболее экономичных и энергоэффективных решений;
- использовать методы аналогии процессов тепло- и массообмена;
- рассчитывать распределение тепловых и воздушных потоков в помещении;
- самостоятельно изучать и анализировать научные публикации, нормативную и справочную литературу;

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- методами построения математических и физических моделей;
- методами современных информационных технологий;
- основами расчета процессов тепло - и массопереноса в зданиях различного назначения с учётом технологического процесса и климатических условий;

- основными методами измерений, обработки результатов и оценки погрешности измерений.

1.4.Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия			
4.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	104	0,6	104
5.	Промежуточная аттестация	0,33	0,33	3
6.	Общий объем по учебному плану, час.	108	4,93	108
7.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3, - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.4 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий).

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного аспиранта.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

[содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий]

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Основные положения теории подобия. Методы моделирования вентиляционного процесса	Числа подобия. Критериальные и физические уравнения. Методы математического и физического моделирования. Выбор масштабов моделирования. Приведение уравнений к расчётному виду.
P2	Закономерности приточных и конвективных струй	Основные характеристики струй. Свободные, стеснённые, изотермические и неизотермические струи. Конвективные струи.
P3	Методы построения математических и физических моделей вентиляционного процесса	Построение схем циркуляции. Метод воздушно-тепловых балансов. Использование дифференциальных уравнений и методов их решения. Использование результатов моделирования.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Практические занятия

не предусмотрено

3.2. Примерная тематика самостоятельной работы

3.2.1. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

не предусмотрено

3.2.2. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

не предусмотрено

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 1)

4.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)

Личностные качества	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.
----------------------------	--	--	--

4.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.2.1. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Принципиальные схемы систем водяного, парового, воздушного, лучистого, газового и печного отопления. Центральные и местные системы отопления. Современные и перспективные системы отопления зданий различного назначения.
2. Гидравлический режим систем, расчет гравитационных и насосных систем водяного отопления. Тепловой режим при панельно-лучистом отоплении.
3. Пусковое и эксплуатационное качественно-количественное регулирование теплоотдачи системами отопления, учет расхода теплоты. Энергосбережение при проектировании и эксплуатации систем отопления.
4. Использование нетрадиционных источников энергии.
5. Санитарно-гигиенические и технологические основы вентиляции. Классификация систем вентиляции.
6. Свойства влажного воздуха как рабочего тела вентиляционных процессов. Тепловой, влажностный и газовый режимы вентилируемого помещения. Требуемый и расчетный воздухообмен в помещении по основным вредностям: теплоте, влаге, газам, пыли. Нестационарный режим вентилируемого помещения.
7. Аэродинамические основы организации воздухообмена в помещении. Аэродинамические характеристики приточных и вытяжных струй. Движение воздуха вблизи вытяжных и приточных отверстий. Конвективные струи.
8. Основные положения конструирования вентиляционных систем здания.
9. Аэродинамический расчет систем вентиляции с гравитационным и механическим побуждением движения воздуха.
10. Устройства для нагревания воздуха и утилизации тепла. Принципиальные схемы, классификация, конструктивное устройство и расчет.
11. Аэродинамические характеристики здания, моделирование процессов аэродинамики здания и промплощадок.
12. Основы методов расчета рассеивания вредных выбросов в атмосфере. Экологическая оценка систем.
13. Модели тепло- и массопередачи в аппаратах кондиционирования, предельные равновесные состояния.
14. Процессы кондиционирования воздуха в центральных и местных системах кондиционирования воздуха (СКВ). Принципиальные схемы и решения СКВ в зданиях различного назначения. Методы расчета.
15. Холодо- и теплоснабжение центральных, местных и центрально-местных СКВ.
16. Оценка эффективности и технико-экономической целесообразности систем утилизации теплоты. Конструктивные особенности и методы подбора устройств для утилизации теплоты.

17. Обоснование выбора схем присоединения местных систем отопления, горячего водоснабжения и вентиляции к наружным тепловым сетям. Расчет теплообменных аппаратов для систем отопления и горячего водоснабжения. Выбор методов и регулирование отпуска теплоты:
18. Технико-экономический расчет диаметров трубопроводов. Надежность тепловых сетей, основные понятия и показатели надежности.
19. Схемы, конструкции и оборудование тепловых сетей. Элементы теплопроводов, их расчет и подбор.
20. Основные физико-химические свойства горючих газов, используемых для газоснабжения. Обработка и магистральный транспорт газа.
21. Схемы городских систем газоснабжения. Конструкции, оборудование и устройство газопроводов. Защита газопроводов от коррозии.
22. Нормы и графики потребления газа. Регулирование неравномерности потребления. Определение расчетных расходов газа.
23. Гидравлический расчет газовых сетей. Расчет потокораспределения в кольцевых сетях. Надежность газовых сетей, основные понятия и критерии надежности.
24. Промышленные и внутридомовые системы газоснабжения, устройство, классификация, выбор расчетных параметров и технико-экономическое обоснование схем.
25. Сжиженные углеводородные газы, их основные свойства. Технологическая схема и основное оборудование газораспределительных станций.
26. Теоретические основы сжигания газов. Химическое равновесие реакции горения. Основные положения теории цепного воспламенения. Распространение пламени в ламинарном и турбулентном потоках.
27. Тепловой баланс воздуха в помещении. Полная система уравнений теплообмена в помещении.
28. Стационарная и нестационарная теплопередача через ограждение, методы расчета.
29. Воздухопроницаемость строительных материалов и конструкций. Воздушный режим здания. Теплопередача через ограждения при наличии воздухопроницаемости ограждений.
30. Основы термодинамики влажного воздуха. Учет влажностного режима при расчете теплопередачи через ограждение.
31. Тепло- и массообмен в наружных ограждениях. Методы расчета.
32. Зимний и летний тепловые режимы помещений жилых, общественных, промышленных и сельскохозяйственных зданий, расчет и регулирование. Теплоустойчивость помещения.
33. Методы расчета потребления энергии и энергосбережения при эксплуатации зданий. Разработка и оптимизация объемно-планировочных и конструктивных решений зданий с учетом протекающих в них процессов и природно-климатических условий.

4.2.2. Перечень примерных вопросов для экзамена

не предусмотрено

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Рекомендуемая литература

5.1.1. Основная литература

1. Михайлишин Е.В. Теплоснабжение жилых районов: учебное пособие / Е.В. Михайлишин, Ю.И. Толстова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский Федеральный Университет им. первого президента России Б.Н. Ельцина; науч. Ред. Н.П. Ширяева.- Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2012. - 100 с. - ISBN 978-5-7996-0771-5; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239829>.
2. Ушаков В.Я. Потенциал энергосбережения и его реализация в секторах конечного потребления энергии: учебное пособие / В.Я.Ушаков, П.С. Чубик; Министерство образования

- и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет». - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015. -388 с.: ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный курс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442812>.
3. А.М. Гримитлин, Т.А. Дацюк, Д.М. Денисихина. Математическое моделирование в проектировании систем вентиляции и кондиционирования. – СПб: АВОК Север-Запад, 2013. – 192 с.
 4. Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. Электронная книга, изд-во «АВОК», 2012
 5. В.Г. Караджи, Ю.Г. Московко. Вентиляционное оборудование. Технические рекомендации для проектировщиков и монтажников. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2010. – 432 с.
 6. В.А. Минко, И.Н. Логачев, Р.Н. Шумилов и др. Обеспыливающая вентиляция. Монография. Изд-во Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова, 2011. – 410 с.

. 5.1.2. Дополнительная литература

1. Яковлев Б.В. Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения / Б.В, Яковлев. - Москва: Новости теплоснабжения, 2008. - 448 с. - ISBN 978-5-94296-015-1; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=56217>.
2. Шарапов В.И. Регулирование нагрузки систем теплоснабжения: монография: учебное пособие / В.И. Шарапов, П.В. Ротов. - Москва : Новости теплоснабжения, 2007. - 165 с. : табл., схем. - ISBN 978-5-94296-017-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=56220>
3. Шумилов Р.Н. Теоретические основы вентиляции. Аэродинамика: уч. пособие /Р.Н. Шумилов. Екатеринбург: УГТУ, 1995. 96 с.
4. 2. Эккерт Э.Р. Теория теплообмена /Э.Р. Эккерт, Р.М. Дрейк; пер. с англ. под ред. А.Б. Лыкова, М.-Л.: Госэнергоиздат, 1961. 680 с.
5. 3. Шепелев И.А. Аэродинамика воздушных потоков в помещении /И.А.Шепелев. М.: Стройиздат, 1978. 144 с.
6. 4. Гримитлин М.И. Распределение воздуха в помещениях/М.И. Гримитлин. М.: Стройиздат, 1994. 316 с.
7. 5. Батурин В.В. Аэрация промышленных зданий / В.В. Батурин, В. М. Эльтерман. 2-е изд., испр. и доп. М.: Стройиздат, 1963. 320 с.
8. 6. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха) : учебник для вузов / В.Н. Богословский. 3-е изд. Санкт- Петербург: изд. АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД, 2006. 400 с.
9. 7. Бутаков С.Е. Основы вентиляции горячих цехов/С.Е. Бутаков. Свердловск: Металлургия. Свердл. отделение, 1962. 288 с.
10. 8. Исаченко В.П. Теплопередача /В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. 4-е изд., перераб. и доп. М : Энергия, 2008. 417 с.
11. 9. Гримитлин А.М.Отопление и вентиляция производственных помещений/ А.М. Гримитлин, Т.А. Дацюк, Г.Я. Крупкин и др. Санкт- Петербург: изд. АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД, 2006. 400 с.
12. 10. Михеев М.А. Основы теплопередачи. М.Л. Энергия. 1977. 392 с.

5.2. Методические разработки

не используются

5.3. Программное обеспечение

1. Электронные таблицы Microsoft Excel.
2. Браузер Internet Explorer

3. Графический редактор Compas 8-12
4. MathCad 2014

5.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Ресурсы образовательного портала УрФУ (режим доступа: <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>)
2. ЭБС «Лань» (режим доступа: <http://e.lanbook.com>)
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (режим доступа: <http://biblioclub.ru>)
4. Ресурсы образовательного портала УрФУ (режим доступа: <http://lib.urfu.ru/>)
5. proekt-gaz.ru/load/4
6. gumarika.kz/publ/perechen
7. normativa.ru/content/view/283/33

5.5. Электронные образовательные ресурсы

Электронные ресурсы ЗНБ УрФУ. Код доступа: URL:<http://lib.urfu.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

№	Аудитория, место нахождения	Характеристика кабинета / аудитории и программного обеспечения
1	Ул. Мира, 17 С-309	Современная эргономичная мебель для студентов (на 40 чел.); Компьютер; Мультимедийный проектор; Выдвижной настенный экран; Лицензионное ПО: MSOffice, AdobeReader,
2	Ул. Мира, 17 С-305	Современная эргономичная мебель для студентов (на 60 человек); Компьютер; Мультимедийный проектор; Выдвижной настенный экран; Лицензионное ПО: MSOffice, AdobeReader, KasperskyAntivirus
3	Ул. Мира, 17 СП-106	Компьютерный класс Современная мебель для студентов (на 14 человек); Компьютер (14 ед.); Мультимедийный проектор; Лицензионное ПО: MSOffice, AdobeReader, KasperskyAntivirus, Маркерная доска; Лицензионное ПО: MSOffice, AdobeReader, KasperskyAntivirus
4	Ул. Мира, 17 СП-206	Компьютерный класс Современная мебель для студентов (на 14 человек); Компьютер (14 ед.); Мультимедийный проектор; Лицензионное ПО: MSOffice, AdobeReader, KasperskyAntivirus, Маркерная доска; Лицензионное ПО: MSOffice, AdobeReader, KasperskyAntivirus Сканер Копир Лазерный принтер