


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы аспирантуры


А.И. Бурков
к.т.н., доцент кафедры ТВ и ВВ

« 20 » « май » 2022 г.

Рабочая программа дисциплины по программе аспирантуры

«Вентиляция и кондиционирование воздуха»

Научная специальность	2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Теплогасоснабжение, вентиляция и водоснабжение, водоотведение
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 3
Виды контроля с указанием семестра:	
Зачет: 3	

Пермь 2022

1. Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Вентиляция и кондиционирование воздуха» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 N 951 "Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)";
- Постановление Правительства РФ от 30.11.2021 N 2122 "Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)";
- Самостоятельно устанавливаемые требования к реализуемым программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Пермского национального исследовательского политехнического университета;
- Базовый план по программе аспирантуры;
- Паспорт научной специальности.

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области вентиляции и кондиционирования воздуха.

1.2 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Вентиляция и кондиционирование воздуха» является дисциплиной по выбору вариативной части цикла базового учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 2.1.3. - Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен демонстрировать следующие результаты:

Знать:

- устройство, направления и перспективы развития инженерных систем вентиляции и кондиционирования населенных мест;
- методы эксплуатации и реконструкции, нормативную базу в области проектирования и строительства инженерных систем вентиляции и кондиционирования населенных мест;
- принципы работы оборудования инженерных систем вентиляции и кондиционирования населенных мест

Уметь:

- разрабатывать системы вентиляции и кондиционирования населенных мест;
- разрабатывать инженерные решения в сфере рационального проектирования систем вентиляции, кондиционирования зданий и сооружений, совершенствования и оптимизации систем охлаждения, вентиляции и созданию наиболее совершенных и надежных температурно-влажностного режима в помещениях зданий и сооружений.

Владеть:

- методами проектирования систем вентиляции и кондиционирования населенных мест и объектов;
- методами обоснования экологически безопасных технических и технологических решений в системах вентиляции и кондиционирования воздуха.

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоемкость, ч
		3 семестр
1	Аудиторная работа	39
	В том числе:	
	Лекции (Л)	-
	Практические занятия (ПЗ)	32
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	7
	Самостоятельная работа (СР)	69
	Форма итогового контроля:	Зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (3 семестр)

Раздел 1. Нормативно-правовая основа систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Тенденции развития этих систем (ПЗ – 32ч, КСР – 7ч, СР – 69ч)

Тема 1. Нормативно-правовая основа систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Анализ изменений нормативных документов в сфере вентиляции и кондиционирования воздуха.

Тема 2. Перспективы развития систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Современные технологии организации микроклимата в помещениях.

4.2. Перечень тем практических занятий

Таблица 2

Темы практических занятий (из пункта 4.1.1)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Анализ изменений нормативных документов в сфере вентиляции и кондиционирования воздуха.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	2	Современные технологии организации микроклимата в помещениях.	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

4.3. Перечень тем для самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 3

Темы самостоятельных заданий				
№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Анализ изменений нормативных документов в сфере вентиляции и кондиционирования воздуха.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Современные технологии организации микроклимата в помещениях.	Творческое задание	Темы творческих заданий

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Вентиляция и кондиционирование воздуха» аспирантам целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически;
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела;
3. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на занятии;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

6. Перечень учебно-методического, библиотечно-справочного и информационного, информационно-справочного обеспечения

6.1. Библиотечные фонды и библиотечно-справочные системы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
1	Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. Учебное пособие – М: «Евроклимат», 2009. 416 с.	10
2	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха : учебное пособие для среднего профессионального образования / Ю. Д. Сибикин .— М. : Academia, 2004 .— 304 с. : ил. — (Среднее профессиональное образование, Энергетика)	28
3	Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами / Е.М. Белова .— М. : Техносфера : Евроклимат, 2006 .— 399 с.	4
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1	Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: Учебник для вузов/ В. Н. Богословский, О. Я. Кокорин, Л. В. Петров; под ред. В. Н. Богословского.– М.: Стройиздат, 1985. 367 с., ил.	2
2	Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2/ Б. В. Баркалов, Н. Н. Павлов, С. С. Амирджанов и др.; Под ред. Н. Н. Павлова и Ю. И. Шиллера.– 4-е изд., перераб. и доп.–М.: Стройиздат, 1992. 416 с.: ил.– (Справочник проектировщика).	13
3	Каледина, Н.О. Вентиляция производственных объектов. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — М. : Горная книга, 2008. — 193 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/3270 , по IP-адресам компьютер. сети ПНИПУ	ЭБС «Лань»
4	Пигарев, В.Е. Холодильные машины и установки кондиционирования воздуха. [Электронный ресурс] : Учебники / В.Е. Пигарев, П.Е. Архипов. — Электрон. дан. — М. : УМЦ ЖДТ, 2003. — 424 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/59937 , по IP-адресам компьютер. сети ПНИПУ	ЭБС «Лань»
2.2 Периодические издания		
1	<i>Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура.</i>	1
2	<i>АВОК</i>	1
3	<i>СОК</i>	1
4	<i>Сантехника</i>	1
2.3 Нормативно-технические издания		
1	СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003	Техэксперт
2	СП 7.13130.2013 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности	Техэксперт
2.4 Официальные издания		
1	Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 03.07.2016) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности	КонсультантПлюс

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.2.1. Информационные и информационно-справочные системы

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных

электрон. док., издан, в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехи, ун-т. Науч. б-ка. - Пермь, 2016. - Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. - Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон, версии кн., журн. по гуманит., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». - Санкт-Петербург, 2010-2016. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер, сети Перм. нац. исслед. политехи, ун-та. — Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. -Ann Arbor, 2016. - Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtslobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер, сети Перм. нац. исслед. политехи, ун-та. — Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон, версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. - Москва, 2003-2016. - Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер, сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехи, ун-та. - Загл. с экрана.

5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон, журн. по гуманит., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. — Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. - Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/> - Загл. с экрана. 11.

6.2.2. Профессиональные базы данных

1. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. - Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. - Москва, 1992-2016. - Режим доступа: Компьютер, сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехи, ун-та. - Загл. с экрана.

2. Информационная система Техэксперт: Интранет [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : законодат. и норматив, док., коммент., журн. и др.] / Кодекс. - Версия 6.3.2.22, сетевая, 50 рабочих мест. - Санкт-Петербург, 2009-2013. - Режим доступа: Компьютер, сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехи, ун-та. - Загл. с экрана.

7. Описание материально-технической базы

7.1. Основное учебное оборудование. Рабочее место аспиранта.

Таблица 4

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Экран настенный проекционный WS 150	2	Оперативное управление	003б, 004 к.4
2	Ноутбук ASUS K53SC	1	Оперативное управление	003бк.4

3	Проектор BenQ MS510	1	Оперативное управление	0036 к.4
---	---------------------	---	------------------------	----------

8.

9. Фонд оценочных средств

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. Формой контроля освоения результатов обучения по дисциплине является зачёт, проводимый с учетом результатов текущего контроля.

9.1. Описание показателей и критериев оценивания, описание шкал оценивания.

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию аспирантов

Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценку освоения дисциплины и проводится в форме собеседования и защиты отчета о творческом задании.

• Собеседование

Для оценки **знаний** аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

• Защита отчета о творческом задании

Для оценки **умений и владений** аспирантов используется творческое задание, предполагающее нестандартное решение и позволяющее интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Творческие задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачёта по дисциплине в устно-письменной форме одному из теоретических вопросов и заданию.

• Шкалы оценивания результатов обучения при сдаче зачёта:

Оценка результатов обучения по дисциплине проводится путем выборочного контроля во время зачёта по системе «зачёт-незачёт».

Шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачёта приведены в табл.

5.

Таблица 5

Шкала оценивания результатов освоения на зачёте

Оценка	Критерии оценивания
<i>зачёт</i>	Аспирант продемонстрировал сформированные и систематические знания при ответе на теоретический вопрос. Показал твёрдые уверенные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов. Аспирант правильно выполнил контрольное задание. Показал успешное и систематическое применение полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все или большинство дополнительных вопросов по контрольному заданию.
<i>незачёт</i>	При ответе на теоретический вопрос аспирант продемонстрировал фрагментарные

Оценка	Критерии оценивания
	<p>знания. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p> <p>При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.</p>

9. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

10. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

Перечень контрольных вопросов и заданий по дисциплине разработан с учетом научных достижений научно-исследовательской школы кафедры.

10.1 Типовые задачи и творческие задания:

Задание 1. Рассчитать воздухообмен в помещении по тепло- и влаговыведениям в теплый и холодный период. Местные приточные и вытяжные системы отсутствуют. Рассчитать нагрузку на калориферы ступени подогрева $Q_{СП}$.

Исходные данные для теплого периода: $t_H=21^\circ\text{C}$; $i_H=51$ кДж/кг; $t_Y=25^\circ\text{C}$; $\Delta Q_{П}=50$ кВт; $\Delta W=9$ кг/ч;

для холодного периода: $t_H=-35^\circ\text{C}$; $i_H=-35$ кДж/кг; $t_Y=22^\circ\text{C}$; $\Delta Q_{П}=5$ кВт; $\Delta W=16$ кг/ч. Оценить эффективность возможных вариантов утилизации тепловой энергии в системе вентиляции.

Задание 2. При реконструкции центральной СКВ были заменены ТЭНы электрокалорифера. На испытаниях при потребляемой мощности электрокалорифера 7,5 кВт, величине полного давления 83 Па, величине статического давления 8,15 мм вод.ст., длине окружности круглого воздуховода 1,4 м (наружный обмер) и толщине стенки воздуховода 0,8 мм обеспечивался подогрев воздуха на $4,2^\circ\text{C}$. Выполнить анализ конструктивного совершенства электрокалорифера (определить его эффективность), обосновать необходимость его улучшения и предложить возможные мероприятия, перечислить приборы, необходимые для определения основных технических характеристик.

Задание 3. Привести сравнительную характеристику экономичности систем холодоснабжения центрального кондиционера, выполненного на базе парокомпрессионной холодильной машины с воздушным и водяным охлаждением конденсатора с использованием оборотной системы водоснабжения (на примере ПКХМ, работающей на хладагенте R410A при температуре кипения, обеспечивающей температуру холодоносителя $+5^\circ\text{C}$ и температуре конденсации, определяемой параметрами наружного воздуха для г.Краснодар с учётом места размещения конденсатора и ориентации объекта). Для анализа построить циклы работы ПКХМ для рассматриваемых вариантов.

Задание 4. Определить возможность использования насосного агрегата и мощность приводного двигателя при использовании для охлаждения водяного конденсатора в системе холодоснабжения центрального кондиционера. Известны: характеристика насоса (приложение), нагрузка на испаритель холодильной машины 116 кВт, коэффициент использования энергии ХМ, равный 3,2, перепад температур воды на входе-выходе конденсатора $3,7^{\circ}\text{C}$, внутренний диаметр трубопроводов 50 мм, общая длина трубопроводов 62 м, коэффициент гидравлического трения 0,026, сумма коэффициентов местных сопротивлений 41, разность высот установки насоса и теплообменника холодильной машины 8 м, система открытого типа. Предложить мероприятия, направленные на снижение потребляемой электрической мощности и оценить эффективность предлагаемых мероприятий.

Задание 5. Рассмотреть возможные технологии обеспечения температурного режима и определить расчетную температуру в отсеке передвижной диагностической лаборатории, смонтированной на транспортном средстве, если располагаемая электрическая мощность установленного автономного источника электроснабжения для обеспечения работы средств обогрева отсека (электрического генератора с бензиновым двигателем) $N=0,3$ кВт. Ограждение выполнено из стальной обшивки толщиной 1 мм, двух слоев пароизоляции толщиной 0,5 мм каждый, слоя пенополиуретана толщиной 20 мм и пластика толщиной 2,5 мм с коэффициентами теплопроводности 58; 0,2; 0,05 и 0,15 Вт/(м*К) соответственно. Размеры отсека 3,5x2,7x2,3 м. Коэффициенты теплоотдачи на наружной/внутренней поверхности ограждения принять согласно действующих норм. Эксплуатация лаборатории производится с момента окончания отопительного периода.

Задание 6. Определить относительную экономию тепловой энергии и расхода воды на тепловлажностную обработку воздуха в центральной СКВ с первой рециркуляцией по сравнению с прямоточной для холодного периода года в г. Перми. Воздух обрабатывается в воздухонагревателях первой и второй ступени и камере орошения. Отношение расходов наружного и рециркуляционного воздуха составляет 4,5:1. Воздух на рециркуляцию забирается из рабочей зоны. Требуемое влагосодержание приточного воздуха 5,4 г/кг с.в., температура приточного воздуха 15°C . Оценить возможность установки камеры смешения до и после воздухонагревателя первой ступени.

Задание 7. В центральной системе кондиционирования воздуха наружный воздух с расходом 25000 м³/ч при температуре -35°C и энтальпии $-34,5$ кДж/кг нагревается в электрокалорифере до температуры 19°C и увлажняется паром в парогенераторе с погружными электродами. Определить требуемую паропроизводительность парогенератора для обеспечения расчетной относительной влажности воздуха 55%, потребляемую электрическую мощность для работы парогенератора и электрокалорифера, приняв их эффективность $E=0,75/0,7$ соответственно, перечислить способы регулирования теплопроизводительности электрокалориферов и паропроизводительности парогенераторов. Сравнить показатели энергопотребления рассматриваемой технологии обработки воздуха и других возможных технологий.

10.2 Теоретические вопросы и темы для собеседования

1. Основные энергосберегающие мероприятия, применяемые в системах вентиляции и кондиционирования воздуха.
2. Приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации: энергетика и энергосбережение.
3. Технологии создания энергосберегающих систем потребления тепла и электроэнергии.
4. Совершенствование, оптимизация и повышение надежности систем вентиляции и кондиционирования, методов их расчета и проектирования.
5. Технологические вопросы вентиляции и кондиционирования воздуха.

6. Создание и развитие эффективных методов расчета и экспериментальных исследований систем вентиляции, кондиционирования воздуха, защиты от шума.
7. Тепловой, воздушный и влажностный режимы зданий различного назначения
8. Тепломассообмен в ограждениях и разработка методов расчета энергосбережения в зданиях.

Полный комплект вопросов и заданий хранится на кафедре «ТВ и ВВ».

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		