

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

Институт современных образовательных технологий

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИСОТ

МГТУ им. Н.Э. Баумана

В.Г. Брекалов

2017 г.



Дополнительное профессиональное образование

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА

ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ


**Практико-ориентированная образовательная программа
"Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха"**

Регистрационный № 170342


Москва, 2017

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой «Холодильная, криогенная техника, системы кондиционирования и жизнеобеспечения» (Э-4) МГТУ им. Н.Э. Баумана
д.т.н., проф.


_____ В.Л. Бондаренко
31.03.2017 _____ (дата)

Начальник УМО ИСОТ
МГТУ им. Н.Э. Баумана, к.т.н.


_____ А.Ю. Шмаков
31.03.2017 _____ (дата)

Оглавление

1. Общая характеристика ДПП.....	5
1.1. Цель ДПП.....	5
1.2. Категория слушателей ДПП	5
1.3. Перечень профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения	5
1.4. Планируемые результаты обучения.....	6
1.5. Дополнительные характеристики ДПП.....	6
1.6. Соответствие видов деятельности компетенций и их составляющих.....	7
1.7. Форма обучения	7
2. Учебный план ДПП.....	7
2.1. Общая трудоёмкость ДПП, аудиторная и самостоятельная работа	7
2.2. Учебный план.....	8
3. Календарный учебный график.....	8
4. Рабочая программа.....	8
4.1. Содержание модуля	8
5. Условия реализации ДПП	18
5.1. Организационные условия реализации ДПП.....	18
5.2. Педагогические условия реализации ДПП	18
5.3. Учебно-методическое обеспечение ДПП.....	18
6. Формы итоговой аттестации ДПП.....	20
7. Оценочные материалы итоговой аттестации	20
7.1. Комплект оценочных средств.....	21
8. Лист изменений и дополнений	23

Термины, определения и сокращения

В данном документе используются следующие термины, определения и сокращения:

Вид профессиональной деятельности - методы, способы, приемы, характер воздействия на объект профессиональной деятельности с целью его изменения, преобразования

Компетенция - способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области

Результаты обучения - усвоенные знания, умения, навыки и освоенные компетенции

ОК - общекультурные компетенции

ОПК - общепрофессиональные компетенции

ПК - профессиональные компетенции

ДПП – дополнительная профессиональная программа

СКВ – системы кондиционирования воздуха

ВУ - вентиляционная установка

1. Общая характеристика ДПП

Программа подготовлена на основе:

- Федерального закона от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- требований Приказа Минобрнауки России от 01.07.2013 года № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- методических рекомендаций-разъяснений Минобрнауки России по разработке дополнительных профессиональных программ на основе профессиональных стандартов от 22 апреля 2015 года № ВК-1030/06;

Реализация программы ДПП направлена на совершенствование компетенций слушателей, необходимых для профессиональной деятельности, и повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.

1.1.Цель ДПП

Подготовить высококвалифицированных и конкурентоспособных специалистов в области обработки воздуха, современных вентиляционных установок и систем кондиционирования воздуха.

Совершенствовать у слушателей компетенции в области расчёта, подбора оборудования, эксплуатации и ремонта систем кондиционирования и вентиляции.

1.2.Категория слушателей ДПП

Имеющаяся квалификация (требования к слушателям) - инженер и/или технолог направления энергетика в области техники низких температур, специалист по системам вентиляции и кондиционирования, а также кандидаты на данные должности из кадрового резерва предприятия, студенты, обучающиеся по направлению «Физико-технические науки и технологии», «Электро- и теплоэнергетика» и смежным с ними направлениям подготовки.

1.3.Перечень профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения

Профессиональные компетенции базируются на основании Приказа Минобрнауки России от 12.03.2015 N 198 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения (уровень бакалавриата)»».

Слушатель, освоивший программу, должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

способностью выполнять производственные работы по изготовлению, сборке, испытаниям, монтажу и эксплуатации низкотемпературных объектов с целью оптимизации технологических процессов (ПК-16);

готовностью участвовать в диагностике неисправностей низкотемпературных систем различного назначения и их устранении с использованием различных приспособлений и инструментов (ПК-17);

готовностью выполнять регламентные и профилактические мероприятия, плановые и внеплановые ремонтные работы низкотемпературных объектов с целью увеличения срока их службы и надежности (ПК-18).

1.4. Планируемые результаты обучения

Планируемые результаты обучения по ДПП:

- освоение профессиональных компетенций в процессе изучения перечисленных в учебном плане тем: влажный воздух и его свойства, вентиляционные установки, основные принципы построения СКВ, типы СКВ и их особенности;
- успешное освоение программы повышения квалификации;
- успешное прохождение итоговой аттестации (зачета).

Обучающимся, успешно прошедшим обучение, сдавшим промежуточные контрольные мероприятия и выдержавшим предусмотренные учебным планом итоговую аттестацию выдается удостоверение установленного образца о повышении квалификации по ДПП "Практико-ориентированная образовательная программа "Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха".

1.5. Дополнительные характеристики ДПП

Вследствие отсутствия в настоящее время профессиональных стандартов в области вентиляции и систем кондиционирования для специалистов с высшим или среднеспециальным образованием квалификационные требования и соответствующие виды профессиональной деятельности в ДПП повышения квалификации "Практико-ориентированная образовательная программа "Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха" не приведены. Квалификационные требования (уровни квалификации) определены квалификационным справочником должностей руководителей, специалистов и других служащих утвержденным Минтруд России от 21 августа 1998 г. N 37. и соответствуют инженеру-энергетику (энергетик) со следующими должностными обязанностями:

- обеспечивает бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию энергетического оборудования, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов;
- составляет заявки на приобретение оборудования, материалов, запасных частей, необходимых для эксплуатации энергохозяйства, выполняет расчеты с необходимыми обоснованиями мероприятий по экономии энергоресурсов, потребности подразделений предприятия в электрической, тепловой и других видах энергии, участвует в разработке норм их расхода, режима работы подразделений предприятия, исходя из их потребностей в энергии;
- контролирует соблюдение норм расхода топлива и всех видов энергии;
- участвует в испытаниях и приемке энергетических установок и сетей в промышленную эксплуатацию, в рассмотрении причин аварий энергетического оборудования и разрабатывает мероприятия по их предупреждению, созданию безопасных условий труда;
- изучает и обобщает передовой отечественный и зарубежный опыт по рациональному использованию и экономии топливно-энергетических ресурсов, способствует его внедрению, а также развитию творческой инициативы и активности работников;
- должен знать единую систему планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации оборудования; организацию и технологию ремонтных работ; методы монтажа, регулировки, наладки и ремонта энергетического оборудования; передовой отечественный и зарубежный опыт по эксплуатации и ремонту энергооборудования.

1.6. Соответствие видов деятельности компетенций и их составляющих

Таблица 1 – Виды деятельности и профессиональные компетенции

Вид деятельности: Производственно-технологическая деятельность:			
Профессиональные компетенции	Практический опыт	Умения	Знания
ПК-16 способностью выполнять производственные работы по изготовлению, сборке, испытаниям, монтажу и эксплуатации низкотемпературных объектов с целью оптимизации технологических процессов	Различные виды производственных работ с ВУ и СКВ	Выполнять работы по изготовлению, сборке, испытаниям, монтажу и эксплуатации ВУ и СКВ	Основного оборудования ВУ и СКВ и принципы их работы
ПК-17 готовностью участвовать в диагностике неисправностей низкотемпературных систем различного назначения и их устранении с использованием различных приспособлений и инструментов	Диагностика неисправностей ВУ и СКВ и их устранение	Выполнять работы по диагностике неисправностей ВУ и СКВ и их устранении с использованием различных приспособлений и инструментов	Основных типов неисправностей ВУ и СКВ, способов их диагностики и устранения
ПК-18 готовностью выполнять регламентные и профилактические мероприятия, плановые и внеплановые ремонтные работы низкотемпературных объектов с целью увеличения срока их службы и надежности	Составление операционных карт механической обработки	Выполнять регламентные и профилактические мероприятия, плановые и внеплановые ремонтные работы ВУ и СКВ	Порядок проведения регламентных и профилактических мероприятий ВУ и СКВ с целью увеличения срока их службы и надежности

1.7. Форма обучения

Реализация данной ДПП предусмотрена по очной форме обучения.

2. Учебный план ДПП

2.1. Общая трудоёмкость ДПП, аудиторная и самостоятельная работа

Общая трудоёмкость программы составляет 93 часа: из них 72 часа аудиторной работы и 21 час самостоятельной работы.

2.2. Учебный план

Таблица 2 – Учебный план

№ п/п	Наименование модуля	Форма контроля	Всего, час	В том числе			
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1	Влажный воздух и его свойства	-	8	2	2	2	2
2	Вентиляционные установки	-	30	4	4	16	6
3	Основные принципы построения СКВ	-	25	6	6	6	7
4	Типы СКВ и их особенности	-	30	6	6	12	6
ИТОГО		зачет	93	18	18	36	21

3. Календарный учебный график

Таблица 3 – Календарный учебный график

№ п/п	Наименование модуля	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	6 день	7 день	8 день	9 день
Вентиляция и кондиционирование воздуха										
1	Влажный воздух и его свойства									
2	Вентиляционные установки									
3	Основные принципы построения СКВ									
4	Типы СКВ и их особенности									
Итоговая аттестация										зачет

Минимальный срок освоения ДПП 9 рабочих дней.

4. Рабочая программа

Реализация ДПП осуществляется по одному модулю «Вентиляция и кондиционирование воздуха» состоящему из четырех тем.

4.1. Содержание модуля

Данный модуль посвящен изучению вопросов теории и практики расчёта, эксплуатации, диагностики, нахождения и устранения неполадок ВУ и СКВ.

Модуль формирует общее представление об особенностях выполнения работ по расчёту, сборке, испытаниям, монтажу и эксплуатации ВУ и СКВ с целью оптимизации технологических процессов.

Для изучения данного модуля требуются знания и навыки обучающихся основ теплофизики, принципов работы тепловых и холодильных установок.

4.1.1. Цель модуля: изучение теоретических основ и приобретение практических навыков расчёта, сборки, эксплуатации, диагностика, поиска неисправностей и их устранения ВУ и СКВ.

4.1.2. Задачи изучения модуля:

- методики расчёта гидравлических и тепловлажностных процессов в элементах ВУ и СКВ;
- изучение основных типов и конструкций ВУ и СКВ;
- диагностика, поиск неисправностей и их устранение для ВУ и СКВ.

4.1.3. Планируемые результаты обучения

Процесс изучения модуля направлен на формирование следующих компетенций (см. табл. 4).

Таблица 4 – Планируемые результаты обучения

Код компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по модулю	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
ПК-16 способностью выполнять производственные работы по изготовлению, сборке, испытаниям, монтажу и эксплуатации низкотемпературных объектов с целью оптимизации технологических процессов	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - функциональные возможности и принципы работы ВУ; - функциональные возможности и принципы работы СКВ <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять работы по сборке испытаниям, монтажу и эксплуатации ВУ; - выполнять работы по сборке испытаниям, монтажу и эксплуатации СКВ <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - контролем соблюдения технологических процессов при работе ВУ с целью оптимизации их работы; - контролем соблюдения технологических процессов при работе СКВ с целью оптимизации их работы 	Лекции, практические занятия, лабораторные работы, практикумы по решению задач, тесты, деловые игры, самостоятельная работа с источниками информации
ПК-17 готовностью участвовать в диагностике неисправностей низкотемпературных систем различного назначения и их устранении с	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные типы неисправностей, возникающих при работе ВУ; - основные типы неисправностей, возникающих при работе СКВ <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - устранять различные виды неисправностей, возникающие при работе ВУ; - устранять различные виды неисправностей, 	Лекции, практические занятия, лабораторные работы, практикумы по решению задач, тесты, деловые игры,

использованием различных приспособлений и инструментов	возникающие при работе СКВ Владеть: - различными приспособлениями, инструментами и приборами для диагностики и устранения неисправностей, возникающие при работе ВУ; - различными приспособлениями, инструментами и приборами для диагностики и устранения неисправностей, возникающие при работе СКВ	самостоятельная работа с источниками информации
ПК-18 готовностью выполнять регламентные и профилактические мероприятия, плановые и внеплановые ремонтные работы низкотемпературных объектов с целью увеличения срока их службы и надежности	Знать: - основные типы регламентных и профилактических мероприятий ВУ и СКВ; - основные виды плановых и внеплановых ремонтных работ ВУ и СКВ Уметь: - проводить регламентные и профилактические работы ВУ и СКВ; - проводить плановые и внеплановые ремонтные работы ВУ и СКВ Владеть: - методикой проведения регламентных и профилактических мероприятий ВУ и СКВ с целью увеличения срока их службы и надежности; - методикой проведения плановых и внеплановых ремонтных работ ВУ и СКВ с целью увеличения срока их службы и надежности	Лекции, практические занятия, лабораторные работы, практикумы по решению задач, тесты, деловые игры, самостоятельная работа с источниками информации

4.1.4. Содержание модуля

Тема 1. Влажный воздух и его свойства

Лекция 1 (2 часа)

Влажный воздух как бинарная смесь сухого воздуха и водяного пара. Влагосодержание и относительная влажность. Сухой, влажный, насыщенный воздух и область водяного и ледяного тумана. Точка росы. Температура сухого и влажного термометра. Энтальпия влажного воздуха. Давление насыщенного водяного пара. Тепловлажное отношение. Процессы тепловлажностной обработки воздуха. Процессы смешения двух потоков влажного воздуха.

Практическое занятие 1 (2 часа)

I - d диаграмма влажного воздуха. Изображение процессов тепловлажностной обработки воздуха на I - d диаграмме. Определение всех параметров влажного воздуха по двум заданным. Построение луча процесса.

Лабораторная работа 1 (2 часа)

Измерение основных параметров влажного воздуха: температуры, давления, относительной влажности, подвижности и использование полученных значений для определения остальных параметров по диаграмме влажного воздуха. Изучения принципа действия, работы и применения различно типа термометров, психрометров и анемометров.

Самостоятельная работа 1 (2 часа)

Работа с информационными источниками (см. табл. 5).

Таблица 5 – Самостоятельная работа 1

Наименование темы	Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение	Формы Самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Форма контроля
Влажный воздух и его свойства	Значения параметров влажного воздуха для обеспечения различных комфортных условий труда и отдыха	Работа с литературой	СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование / Госстрой России. - М., 2004	Устный опрос

Примеры типовых задач для практикумов

1. Заданы следующие параметры влажного воздуха: температура $t=30^{\circ}\text{C}$ и относительная влажность $\varphi=50\%$. С помощью диаграммы влажного определить: влагосодержание d , энтальпию I , давление водяного пара p_n , температуру точки росы t_p , температуру мокрого термометра t_m .

2. Используя диаграмму влажного воздуха по заданным значениям температуры сухого $t_c = 26^{\circ}\text{C}$ и мокрого $t_m = 12^{\circ}\text{C}$ термометров определить относительную влажность φ , температуру точки росы t_p , влагосодержание d , энтальпию I , давление водяного пара p_n .

3. Для заданной температуры воздуха $t=32^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности $\varphi=50\%$ определить наименьшее значение температуры, до которой может охладиться воздух при водяном увлажнении.

4. Заданы следующие параметры влажного воздуха: влагосодержание $d=7\text{г/кг}$ и относительная влажность $\varphi=50\%$. С помощью диаграммы влажного определить: температуру, энтальпию I , давление водяного пара p_n , температуру точки росы t_p , температуру мокрого термометра t_m .

5. Определить параметры воздуха, получившегося при смешении двух воздушных потоков. Первый поток имеет объёмный расход $Q_1=2000\text{м}^3/\text{час}$; температуру $t_1=20^{\circ}\text{C}$ и относительную влажность $\varphi_1=35\%$. Второй поток имеет объёмный расход $Q_2=3000\text{м}^3/\text{час}$; температуру $t_2=30^{\circ}\text{C}$; относительную влажность $\varphi_2=50\%$.

Варианты тестов.

1. Возможно ли следующее равновесное состояние влажного воздуха, если при температуре -27°C влагосодержание составляет 15г/кг ?
2. Возможно ли отрицательное значение энтальпии влажного воздуха?
3. Что означает состояние тумана?
4. Как можно определить температуру точки росы в течение суток?
5. Возможно ли отрицательное значение температуры воздуха при положительной энтальпии?
6. Что означает температура мокрого термометра?
7. В каком случае температура точки росы влажного воздуха совпадает с температурой влажного термометра?
8. В каком случае расчётные параметры влажного воздуха на диаграмме находятся ниже линии насыщения?
9. Каким способом лучше всего осушить воздух?

Сценарий и темы деловых игр

1. Оценить применимость различных способов охлаждения воздуха в климатических условиях средней полосы России.
2. Как с наименьшими затратами энергии увлажнить сухой воздух.
3. Предложить способы борьбы с появлением капельной влаги при смешении воздушных потоков в воздуховодах.
4. Предложить способы борьбы с сыростью в подвальных помещениях.

Тема 2. Вентиляционные установки

Лекция 2 (2 час)

Назначение, принцип действия и основные схемы вентиляции. Приточная и вытяжная вентиляция. Естественная и принудительная вентиляция. Основные типы вентиляторов и особенности их применения. Центробежные и осевые вентиляторы. Другие типы вентиляторов. Основные характеристики вентиляторов, их расчёт и подбор для конкретных условий. Возможные неисправности вентиляторов и способы их устранения. Профилактические и ремонтные работы вентиляторов.

Лекция 3 (2 часа)

Вентиляционные сети, особенности и состав. Воздушные клапаны, фильтры, нагреватели, глушители. Основные типы конструкций воздуховодов и применяемые материалы. Основы расчета вентиляционных сетей. Методы борьбы с шумом и пылью. Профилактические и ремонтные работы вентиляционных сетей.

Практическое занятие 2 (2 часа)

Определение потребного количества наружного воздуха в зависимости от вида деятельности находящихся в помещении людей и выделившихся загрязнений воздуха.

Практическое занятие 3 (2 часа)

Методы расчета и подбора вентиляторов. Расчет вентиляционных сетей различного назначения. Подбор фильтров и определение степени их загрязнённости. Основные приборы для измерения характеристик вентиляционной сети: термометры, анемометры, дифференциальные манометры.

Лабораторная работа 2 (4 часа)

Испытание центробежного вентилятора. Экспериментальное определение потребляемой электродвигателем энергии, давления на входе и выходе из вентилятора, объёмный расход проходящего через вентилятор воздуха. На основании полученных экспериментальных данных построение напорной характеристики вентилятора при разной частоте вращения электродвигателя. Изменение характеристики вентилятора при изменении сопротивления на выходе. Имитация возможных неисправностей при работе центробежного вентилятора, их диагностика и устранение. Изучения принципа действия, работы и применения различных типов манометров и расходомеров.

Лабораторная работа 3 (4 часа)

Испытание осевого вентилятора. Экспериментальное определение потребляемой электродвигателем энергии, давления на входе и выходе из вентилятора, объёмный расход проходящего через вентилятор воздуха. На основании полученных экспериментальных данных построение напорной характеристики вентилятора при разной частоте вращения электродвигателя. Имитация возможных неисправностей при работе осевого вентилятора, их диагностика и устранение. Изменение характеристики вентилятора при изменении сопротивления на выходе.

Лабораторная работа 4 (4 часа)

Определение напорной характеристики вентиляционной сети за счёт изменения гидравлического сопротивления различных элементов сети: увеличение или уменьшение длины воздуховода; изменение проходного сечения и формы воздуховода; внесение поворотных участков, фильтров, воздушных клапанов. Определение потерь давления на различных участках воздуховода. Изучения принципа действия, работы и применения различного типа дифференциальных манометров.

Лабораторная работа 5 (4 часа)

Действие запорно-регулирующей арматуры вентиляционных сетей. Измерение гидравлических сопротивлений воздушных клапанов, фильтров и других частей вентиляционной установки при различных расходах воздушного потока, степени загрязнения фильтров, положения задвижек запорно-регулирующей арматуры.

Самостоятельная работа 2 (6 часов)

Работа с информационными источниками (см. табл. 6). 4

Таблица 6 – Самостоятельная работа 2

Наименование темы	Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение	Формы самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Форма контроля
Вентиляционные установки	Характеристики промышленных воздушных вентиляторов, воздуховодов, фильтров и других элементов вентиляционных систем	Работа с литературой	Ананьев В.А. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика: учебное пособие / В.А. Ананьев, Л.Н. Балуева, А.Д. Гальперин и др. - М.: Евроклимат, 2003. – 415 с.	Устный опрос

Примеры типовых задач для практикумов

1. По заданным характеристикам вентиляционной сети подобрать вентилятор.
2. При известных потерях давления в воздуховодах и воздушных фильтрах определить максимальный расход проходящего вентиляционного воздуха при заданной характеристике вентилятора.
3. Определить характеристику вентиляционной сети при заданных площади проходного сечения воздуховода, длины воздуховодов, числа поворотных колен, фильтров.
4. Для заданного проходного сечения вентиляционной сети определить общую длину воздуховодов, при которой целесообразно использовать осевой вентилятор,, а не центробежный.

Варианты тестов.

1. При большой протяжённости воздуховодов какой целесообразнее использовать вентилятор - центробежный или осевой?
2. В чём отличие монтажа осевых и центробежных вентиляторов в систему воздуховодов?
3. При необходимости подачи большего количества воздуха через воздуховоды дополнительный вентилятор необходимо устанавливать последовательно или параллельно?
4. При увеличении гидравлического сопротивления воздуховодов дополнительный вентилятор необходимо устанавливать последовательно или параллельно?
5. Можно ли ставить на входе наружного воздуха в воздуховоды фильтр тонкой очистки ?
7. Какие мероприятия необходимо осуществить, чтобы очистить наружный воздух, подаваемый в воздуховод, от тополиного пуха?
8. В чём заключается особенность вентиляции помещений для курения?
9. Какие материалы используются для изготовления воздуховодов?

Сценарий и темы деловых игр

1. Преимущества и недостатки подачи наружного воздуха в помещения за счёт инфильтрации.
2. Как с наименьшими затратами энергии подать наружный воздух требуемого количества в помещения многоэтажного здания.
3. Предложить способы борьбы с неконтролируемой подачей наружного воздуха в помещения при открывании окон и дверей.
4. Возможности применения осевых вентиляторов для подачи наружного воздуха в помещения через систему воздуховодов.

Тема 3. Основные принципы построения СКВ

Лекция 4 (2 часа)

Отличие вентиляции от кондиционирования. Основные задачи кондиционирования. Центральные и местные системы кондиционирования.

Лекция 5 (2 часа)

Обработка воздуха в центральных кондиционерах: очистка, увлажнение, осушение, нагрев, охлаждение. Модульный принцип построения центральных кондиционеров. Основные части центральных кондиционеров.

Лекция 6 (2 часа)

Различные схемы центральных кондиционеров: приточные кондиционеры, с первой и второй рециркуляцией. Утилизация теплоты вытяжного воздуха с помощью теплообменников-теплоутилизаторов рекуперативного и регенеративного типов.

Практическое занятие 4 (4 часа)

Расчёт тепловых нагрузок на основные элементы центральных кондиционеров в зимнее и летнее время. Сопоставление значений тепловых нагрузок для приточных центральных кондиционеров и с рециркуляцией.

Практическое занятие 5 (2 часа)

Расчёт теплообменников-теплоутилизаторов в летнее и зимнее время. Условия «незамёрзания» теплообменника в зимнее время. Определение параметров нагрева наружного воздуха перед смешением с рециркуляционным воздухом в камере смешения центрального кондиционера в зимнее время.

Лабораторная работа 6 (3 часа)

Испытание местного кондиционера. Определение времени выхода на режим. Расчёт тепловых нагрузок на элементы кондиционера - испаритель и конденсатор, используя тепловой баланс воздушных потоков, входящих и выходящих из испарителя и конденсатора. Определение мощности компрессора. Составление теплового баланса кондиционера и определение погрешности измерений и вычислений.

Лабораторная работа 7 (3 часа)

Испытание теплового насоса. Определение времени выхода на режим. Расчёт тепловых нагрузок на элементы теплового насоса - внешний и внутренний блоки, используя тепловой баланс воздушных потоков, входящих и выходящих из каждого блока. Определение мощности компрессора. Составление энергетического баланса теплового насоса и определение погрешности измерений и вычислений.

Самостоятельная работа 3 (7 часов).

Работа с информационными источниками (см. табл. 7).

Таблица 7 – Самостоятельная работа 3

Наименование темы	Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение	Формы самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Форма контроля
Основные принципы построения СКВ	Типы и характеристики основных элементов центральных кондиционеров	Работа с литературой	Ананьев В.А. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика: учебное пособие / В.А. Ананьев, Л.Н. Балужева, А.Д. Гальперин и др. - М.: Евроклимат, 2003. – 415 с.	Устный опрос

Примеры типовых задач для практикумов

1. Для заданных параметров наружного воздуха: температура 30°C и относительная влажность 50% , расход $10000\text{м}^3/\text{час}$ определить количество сконденсировавшейся в воздухоохладителе влаги, если температура воздуха после воздухоохладителя составляет 8°C .
2. Определить тепловую нагрузку на воздухоохладитель, если расход проходящего воздуха составляет $3000\text{м}^3/\text{час}$, температура на входе 26°C , относительная влажность 70% , влагосодержание на выходе составляет $7\text{г}/\text{кг}$.
3. Для заданных параметров наружного воздуха температура -30°C и относительная влажность 95% , расход $60000\text{м}^3/\text{час}$ определить количество подаваемой воды в увлажнитель, если температура воздуха на выходе из центрального кондиционера составляет после воздухоохладителя составляет 20°C , относительная влажность 70% .
4. Заданы следующие параметры влажного воздуха, расходом $80000\text{м}^3/\text{час}$ на выходе из воздухоохладителя: влагосодержание $7\text{г}/\text{кг}$ и относительная влажность 50% . Определить тепловую нагрузку на воздухоохладитель, если температура воздуха на входе 36°C , относительная влажность 80% .
5. Определить параметры воздуха в камере смешения двух воздушных потоков. Первый поток имеет объёмный расход $2000\text{м}^3/\text{час}$; температуру 20°C и относительную влажность 35% . Второй поток имеет объёмный расход $3000\text{м}^3/\text{час}$; температуру 30°C ; относительную влажность 50% .

Варианты тестов.

1. Возможно ли использование теплоты вытяжного загрязнённого воздуха в центральном кондиционере?
2. В каких случаях после воздухоохладителя не образуется водяной конденсат при обработке воздуха в летнее время?
3. Зачем нужен нагрев воздуха в зимнее время перед фильтром тонкой очистки в центральном кондиционере?
4. Как определяется минимальная температура нагрева воздуха в первом воздухонагревателе центрального кондиционера в зимнее время перед смешением с рециркуляционным потоком?
5. Возможно ли отсутствие увлажнителя в центральном кондиционере с рециркуляцией в зимнее время при жёстких требованиях по влажности выходящего из кондиционера воздуха?
6. Почему в центральном кондиционере вентилятор устанавливается в качестве последней секции, а не первой?
7. При необходимости увлажнять наружный воздух в летнее время водяное или паровое увлажнение наиболее энергоэффективно?
8. В каком случае можно обойтись без воздухонагревателя после воздухоохладителя в центральном кондиционере в летнее время?
9. Какой элемент центрального кондиционера может отсутствовать при применении форсуночных камер для охлаждения воздуха?

Сценарий и темы деловых игр

1. Оценить применимость рециркуляции вытяжного воздуха в центральных кондиционерах для различных кондиционируемых помещений.
2. Сравнить между собой способы борьбы с обмерзанием теплообменников-утилизаторов теплоты в зимнее время.
3. Предложить способы максимального использования теплоты вытяжного воздуха.
4. Предложить способы понижения затрат электроэнергии при работе центрального кондиционера.

Тема 4. Типы СКВ и их особенности

Лекция 7 (2 часа)

Местные кондиционеры. Сплит-системы, оконные кондиционеры - моноблоки. Внешние и внутренние блоки сплит-систем, их состав, особенности, характеристики и области применения.

Лекция 8 (2 часа)

VRF и VRV системы. Организация переменного расхода хладагента во внутренних блоках. Особенности применения, характеристики. Крышные кондиционеры, характеристики, особенности и области применения.

Лекция 9 (2 часа)

Системы с чилерами и фанкойлами: состав, особенности, характеристики и области применения. Организация движения промежуточного хладоносителя. Баки-аккумуляторы: назначение, типы, состав. Определение номинальной мощности холодильной машины и минимального объема бака-аккумулятора.

Практическое занятие 6 (2 часа)

Анализ применения различных схем кондиционирования воздуха для заданных условий кондиционируемых помещений.

Практическое занятие 7 (2 часа)

Определение номинальной мощности холодильной машины и минимального объема бака-аккумулятора в зависимости от изменения тепловой нагрузки на систему кондиционирования в течение суток.

Практическое занятие 8 (2 часа)

Возможные неисправности систем кондиционирования воздуха и способы их устранения. Профилактические и ремонтные работы систем кондиционирования воздуха.

Лабораторная работа 8 (4 часа)

Монтаж элементов установки кондиционирования воздуха. Пуско-наладочные работы систем кондиционирования воздуха. Возможные неисправности при работе систем кондиционирования воздуха, диагностика и их устранение.

Лабораторная работа 9 (4 часа)

Регулирование холодопроизводительности установки кондиционирования воздуха в зависимости от изменения климатических условий.

Лабораторная работа 10 (4 часа)

Работа запорно-регулирующей аппаратуры системы кондиционирования. Термостаты, гумидостаты. Их конструкции, принцип действия, настройка и применение. Возможные виды неполадок элементов регулирования и способы их устранения. Размещения чувствительных элементов термостатов в кондиционируемом помещении для создания наилучших климатических режимов.

Самостоятельная работа 4 (6 часов)

Работа с информационными источниками (см. табл. 8).

Таблица 8 – Самостоятельная работа 4

Наименование темы	Дидактические единицы, вынесенные на самостоятельное изучение	Формы самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Форма контроля
--------------------------	----------------------------------------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------------	-----------------------

Типы СКВ и их особенности	Типы и характеристики кондиционеров, выпускаемых различными отечественными и зарубежными фирмами	Работа с литературой	Электронная база данных по холодильной технике (книги, журналы, учебные курсы, программы расчёта, учебно-методические издания, каталоги, инструкции и др.) http://www.ostrovknowledgebase.com/	Устный опрос
---------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------

Примеры типовых задач для практикумов

1. Определить тепловую нагрузку на воздухоохладитель местного кондиционера, если воздух на входе имеет температуру 23°C и относительную влажность 60% , расход обрабатываемого воздуха $20\text{м}^3/\text{час}$, если температура воздуха после воздухоохладителя составляет 8°C и относительная влажность 100% .
2. Определить затрачиваемую электрическую мощность крышного кондиционера в летнее время, если расход проходящего воздуха составляет $10000\text{м}^3/\text{час}$, температура на входе 28°C , относительная влажность 70% , на выходе соответственно 16°C и 100% . Холодильный коэффициент составляет $2,5$.
3. Для заданных параметров входящего воздуха в фанкойл температура 25°C и относительная влажность 50% , расход $60\text{м}^3/\text{час}$ определить количество подаваемой холодной воды, если температура воздуха на выходе из фанкойла составляет 20°C , относительная влажность 70% . Температура воды на входе 4°C , на выходе 14°C .
4. Определить объём аккумуляторного бака центрального кондиционера, если избыточная теплота составляет 3200000кДж , рабочая разность температур 2°C . Хладоноситель имеет теплоёмкость $4\text{кДж/кг}\cdot\text{град}$, плотность 950кг/м^3 .
5. Тепловыделения в кондиционируемых помещениях составили 200кВт с 0 часов до 4 часов, 300кВт с 4 часов до 8 часов, 500кВт с 8 часов до 12 часов, 800кВт с 12 часов до 16 часов, 600кВт с 16 часов до 20 часов, 300кВт с 20 часов до 24 часов. Определить мощность холодильной машины при коэффициенте рабочего времени $0,8$ и избыточную теплоту в течение суток.

Варианты тестов.

1. Возможно ли с помощью местных кондиционеров регулировать влажность воздуха в помещении?
2. В каких случаях целесообразно использовать VRF или VRV системы?
3. Что означает состояние тумана?
4. В чём достоинства и недостатки крышных кондиционеров?
5. Возможно ли использовать VRF или VRV системы для точного регулирования влажности одновременно во всех кондиционируемых помещениях?
6. Назовите полный состав системы кондиционирования с чилерами и фанкойлами.
7. В каком случае целесообразно применять VRV системы, а в каких с чилерами и фанкойлами?
8. Укажите области применения сплит систем кондиционирования.
9. с помощью каких устройств можно осушать воздух?

Сценарий и темы деловых игр

1. Оценить применимость различных систем кондиционирования воздуха в климатических условиях средней полосы России.
2. Проанализировать наиболее простые системы кондиционирования для охлаждения воздуха без регулирования влажности.
3. Предложить способы регулирования влажности воздуха в подвальных помещениях.

4. Сделать технико-экономическое сравнение VRF или VRV систем с системами с чилерами и фанкойлами.

5. Условия реализации ДПП

5.1. Организационные условия реализации ДПП

Наименование аудитории	Вид занятия	Наименование оборудования, программного обеспечения
Специализированная аудитория	Лекция, практические занятия	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска, маркер, Microsoft Office, Интернет, элементы вентиляционных установок и систем кондиционирования
Специализированная лаборатория	Лабораторные работы	Лабораторные стенды вентиляционных установок и систем кондиционирования воздуха, контрольно-измерительные приборы, лабораторные стенды компании LUCAS-NÜLLE

5.2. Педагогические условия реализации ДПП

№ п/п	Наименование темы	Преподаватель
1	Влажный воздух и его свойства	Лавров Н.А.
2	Вентиляционные установки	Леонов В. П.
3	Основные принципы построения СКВ	Лавров Н.А.
4	Типы СКВ и их особенности	Шишов В.В.

5.3. Учебно-методическое обеспечение ДПП

5.3.1. Основная литература

1. Русак О.Н. Промышленная вентиляция: учебное пособие / О.Н. Русак. СПб.: Изд-во СПбГЛТУ, 2011. 28 с.
2. Самсонов В.Т. Обеспыливание воздуха в промышленности Промышленная вентиляция: методы и средства: монография / В.Т. Самсонов. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. 234 с.
3. Архаров А.М. Машины низкотемпературной техники. Криогенные машины и инструменты: учебник для вузов / А.М. Архаров, И.А. Архаров, А.Н. Антонов и др.; общ. ред. А.М. Архарова, И.К. Буткевича. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. - 582 с.
4. Теплотехника: учебник для вузов / А.А. Александров, А.М. Архаров, И.А. Архаров и др.; общ. ред. А.М. Архарова, В.Н. Афанасьева. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. - 791 с.
5. Лэнгли Б. Руководство по устранению неисправностей в оборудовании для кондиционирования воздуха и в холодильных установках: пер. с англ. / Б. Лэнгли; ред. пер. А.Д. Гальперин. - М.: Евроклимат: Техносфера, 2012. - 217 с.

5.3.2. Дополнительная литература

1. Беккер А. Системы вентиляции /А. Беккер. - М.: Евроклимат: Техносфера, 2003. – 323 с.
2. Свистунов В.М. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: учебник для вузов / В.М. Свистунов, Н.К. Пушняков. - СПб.: Политехника, 2003.
3. Воронин Г.И. Системы кондиционирования воздуха на летательных аппаратах / Г.И. Воронин. - М.: Машиностроение, 1973. - 444 с.
4. Акопов М.Г. Системы оборудования летательных аппаратов / М.Г. Акопов, В.И. Бекасов, А.С. Евсеев. - М.: Машиностроение, 1986. - 368 с.

5. Шустов Ю.М. Авиационные системы кондиционирования воздуха / Ю.М. Шустов, М.М. Булаевский. - М.: Машиностроение, 1978. - 162 с.
6. Ананьев В.А. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика: учебное пособие / В.А. Ананьев, Л.Н. Балуева, А.Д. Гальперин и др. - М.: Евроклимат: Арина, 2003. - 362 с.
7. Баркалов Б.В. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях / Б.В. Баркалов, Е.Е. Карпис. - М.: Стройиздат, 1982. - 234 с.
8. СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование / Госстрой России. - М., 2004. - 98 с.

5.3.3. Электронные учебные пособия

1. Информационно-поисковая система Российских патентных документов http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform_retrieval_system/
2. Электронная библиотека кафедры «Холодильной, криогенной техники, систем кондиционирования и жизнеобеспечения» <https://195.19.39.155.ru>.
3. Электронная база данных по холодильной технике (книги, журналы, учебные курсы, программы расчёта, учебно-методические издания, каталоги, инструкции и др.) <http://www.ostrovknowledgebase.com/>

5.3.4. Методические рекомендации

Преподавание модуля основано на личносно ориентированной технологии образования, сочетающей два равноправных аспекта этого процесса: обучение и учение. С учетом этого, в учебные материалы дисциплины включена информация нескольких видов:

- занятия, предназначенные для приобретения слушателями знаний в области расчёта и проектирования ВУ и СКВ, анализа различных систем вентиляции и кондиционирования;
- занятия, предназначенные для развития у слушателей способности эксплуатации, ремонта и технического обслуживания ВУ и СКВ, определения рациональной области применения различных типов ВУ и СКВ.

Личностно-ориентированный подход развивается при участии слушателей в деловых играх и самостоятельных заданиях, направлен в первую очередь на развитие индивидуальных способностей обучающихся, создание условий для развития творческой активности слушателя и разработке инновационных идей, применимых в области расчёта, проектирования, эксплуатации, ремонта и технического обслуживания ВУ и СКВ.

ДПП построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел.

На первом занятии каждый слушатель получает в электронном виде полный комплект учебно-методических материалов по дисциплине, включающий программу, методические указания для выполнения самостоятельной работы, творческих заданий.

Самостоятельная работа слушателей предназначена для внеаудиторной работы по закреплению теоретического курса и практических навыков по изучению дополнительных разделов.

Текущий контроль самостоятельной работы слушателей проводится на занятиях в виде обсуждения выполненных самостоятельных заданий.

Приступая к работе над ДПП каждый слушатель должен принимать во внимание следующие положения:

- Освоение материала, его успешное закрепление на стадии промежуточного контроля возможно только при регулярной работе во время занятий и планомерном выполнении самостоятельных заданий.
- Самостоятельная работа предусматривает не только проработку материалов лекционного курса, но и их расширение в результате поиска, анализа, структурирования и представления в компактном виде современной информации из всех возможных источников.

6. Формы итоговой аттестации ДПП

Итоговая аттестация проводится в форме зачета.

Зачет проводится в присутствии только экзаменаторов. Экзаменаторами могут быть только преподаватели, участвующие в реализации программы.

Средства оценки итоговой успеваемости (фонд оценочных средств) по итогам освоения ДПП «Вентиляция и кондиционирование воздуха» представляют собой совокупность контролируемых материалов следующих видов:

- ответ на вопросы экзаменатора;
- общая дискуссия; сравнительная оценка, анализ ошибок;
- итоговое обсуждение результатов обучения.

Разработанные критерии оценки позволяют оценить приобретенные навыки и умения на репродуктивном уровне, когнитивные умения на продуктивном уровне, и способствуют формированию соответствующих компетенций слушателей.

Оценка успешности освоения дисциплины слушателем:

- «зачет» - более 75% правильных ответов;
- «незачет» - менее 75% правильных ответов.

Регламент проведения зачета включает в себя следующие действия:

- получении экзаменуемым билета с вопросами,
- самостоятельной подготовки к письменному ответу на вопросы билета с использованием справочных материалов в течение времени не более 45 минут,
- проверке экзаменатором письменных ответов на вопросы билета,
- ответы на дополнительные вопросы экзаменатора,
- оценивании экзаменатором совокупности письменных и устных ответов экзаменуемого с учётом его активности при проведении занятий.

Билет для проведения зачёта включает два теоретических вопроса из четырёх рассмотренных тем и одной расчётной задачи, аналогичной типовым задачам для практиков. В качестве дополнительных вопросов по не охваченным в вопросах и задаче темам могут быть использованы варианты тестов по темам.

7. Оценочные материалы итоговой аттестации

Паспорт комплекта оценочных средств представлен в таблице 9.

Таблица 9 - Паспорт комплекта оценочных средств

Предметы оценивания	Объекты оценивания Уровень освоения содержания	Показатели оценки
ПК-16 способностью выполнять производственные работы по изготовлению, сборке, испытаниям, монтажу и эксплуатации низкотемпературных объектов с целью оптимизации технологических процессов	- ответы на вопросы билета; - ответы на вопросы экзаменатора; - время, затраченное на подготовку ответов	1. Полнота изложения материала. 2. Логическое построение излагаемого материала. 3. Способность использовать полученные знания для ответов на поставленные вопросы в смежных областях.

<p>ПК-17 готовностью участвовать в диагностике неисправностей низкотемпературных систем различного назначения и их устранении с использованием различных приспособлений и инструментов</p>	<p>- ответы на вопросы билета; - ответы на вопросы экзаменатора; - время, затраченное на подготовку ответов</p>	<p>1. Полнота изложения материала. 2. Логическое построение излагаемого материала. 3. Способность использовать полученные знания для ответов на поставленные вопросы в смежных областях.</p>
<p>ПК-18 готовностью выполнять регламентные и профилактические мероприятия, плановые и внеплановые ремонтные работы низкотемпературных объектов с целью увеличения срока их службы и надежности</p>	<p>- ответы на вопросы билета; - ответы на вопросы экзаменатора; - время, затраченное на подготовку ответов</p>	<p>1. Полнота изложения материала. 2. Логическое построение излагаемого материала. 3. Способность использовать полученные знания для ответов на поставленные вопросы в смежных областях.</p>

7.1. Комплект оценочных средств

Комплектом оценочных средств освоения ДПП являются билеты для проведения зачёта, включающие в себя два теоретических вопроса из следующего списка

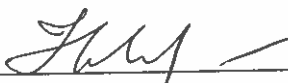
1. Основные характеристики вентиляторов.
2. Центробежные вентиляторы, основные отличия от других типов вентиляторов.
3. Осевые вентиляторы, основные отличия от других типов вентиляторов.
4. Прокладка и монтаж воздухопроводов
5. Работа вентилятора на воздушную сеть.
6. Основные типы воздушных фильтров.
7. Оценка степени загрязнённости воздушных фильтров в вентиляционных системах и системах кондиционирования воздуха.
8. Возможные неисправности вентиляционной системы.
9. Изображение линий постоянной относительной влажности и температуры на I-d диаграмме.
10. Изображение линий постоянной энтальпии и влагосодержания на I-d диаграмме.
11. Определение температуры точки росы по заданным параметрам влажного воздуха.
12. Схема прямооточного центрального кондиционера с первой рециркуляцией и изображение процессов обработки в нём влажного воздуха на I-d диаграмме.
13. Типы воздухоохладителей центральных кондиционеров.
14. Общий состав систем кондиционирования с чилерами и фанкойлами.
15. Диагностика работы вентилятора.
16. Крышные кондиционеры. Состав, достоинства и различные схемы исполнения.
17. Утилизация теплоты вытяжного воздуха в центральных кондиционерах.
18. Определение относительной влажности по температуре сухого и мокрого термометров.
19. Схема прямооточного центрального кондиционера и изображение процессов обработки в нём влажного воздуха на I-d диаграмме.
20. Типы воздухонагревателей центральных кондиционеров.

21. Сравнение систем кондиционирования с чилерами и фанкойлами с VRF системами.
22. Общий состав внешнего и внутреннего блоков сплит-систем кондиционирования.
23. Шкафные кондиционеры. Состав, достоинства и различные схемы исполнения.
24. Приближённый расчёт теплообменника - утилизатора теплоты вытяжного воздуха.

В качестве расчётной задачи билета, используется аналог типовых задач для практикумов.

Составитель:

Профессор кафедры «Холодильная, криогенная
техника, системы кондиционирования
и жизнеобеспечения» (Э-4)
МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н., доц.



Н.А. Лавров

8. Лист изменений и дополнений



Открытое акционерное общество Научно-производственное объединение «Наука»
ОГРН 1027700037420 ИНН 7714005350 КПП 774850001 ОКПО 07536712
125124, г. Москва, 3-я ул. Ямского поля, владение 2
Телефон: +7 (495) 775-31-10, факс: +7 (495) 775-31-11
E-mail: info@npo-nauka.ru, www.npo-nauka.ru

Дата _____ № _____

На № _____ от _____

Рецензия

на дополнительную профессиональную образовательную программу повышения квалификации "Практико-ориентированная образовательная программа "Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха" разработанную д.т.н., профессором Н.А.Лавровым

Программа составлена в соответствии с требованиями Приказа Минобрнауки России от 01.07.2013 года № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам» и методических рекомендаций-разъяснений по разработке дополнительных профессиональных программ на основе профессиональных стандартов от 22 апреля 2015 года № ВК-1030/06.

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации "Практико-ориентированная образовательная программа "Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха" составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 16.03.03 "Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения" (уровень бакалавриата) и позволяет сформировать навыки работы с установками обработки воздуха, современными вентиляционными установками и системами кондиционирования воздуха у лиц, имеющих высшее профессиональное образование в области энергетики. Содержание курса позволит слушателям научиться применять практико-ориентированный подход к расчёту,

подбору оборудования, эксплуатации и ремонту систем кондиционирования и вентиляции.

Программа рассчитана на 93 часа общей трудоёмкости, из которых 72 часа составляют лекционные и практические занятия, а также лабораторные работы, выполненные на современном отечественном и зарубежном учебном оборудовании. Итоговая аттестация систематизирует и углубляет теоретические знания, прикладные умения и практические навыки.

Считаю, что данная программа может быть реализована на высоком профессиональном уровне и позволит слушателям, прошедшим ее, научиться применять практико-ориентированный подход к расчёту, подбору оборудования, эксплуатации и ремонту систем кондиционирования и вентиляции.

Дополнительная профессиональная образовательная программа повышения квалификации "Практико-ориентированная образовательная программа "Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха" может быть рекомендована для реализации в учреждениях высшего образования, осуществляющих деятельность по дополнительным профессиональным программам.

Рецензент:

Главный конструктор

ОАО НПО «Наука», к.т.н.



И.В. Тищенко

