



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
E.V. Kochlova  
«10» ноября 2023 г.

**ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

**«Современные системы создания микроклимата в  
помещениях»**

Москва, 2023

## ***Раздел 1. Характеристика программы***

### ***1.1. Цель реализации программы***

Совершенствование и/или приобретение новых профессиональных компетенций слушателями в области применения систем микроклимата (вентиляция и отопление) в производственных и сельскохозяйственных помещениях. Программа повышения квалификации «Современные системы создания микроклимата в помещениях».

### **Совершенствуемые и/или приобретаемые компетенции и планируемые результаты обучения**

№	Приобретаемые и/или совершенствуемые компетенции	Код компетенции	Знать/Уметь/Владеть:
<b>Раздел 1. Аэродинамика вентиляционных систем</b>			
1.	1.1. Содержание компетенции  ПКос-1: Способен осуществлять технические решения, направленные на повышение эффективности систем энергобеспечения предприятий с использованием цифровых технологий	ПКос-1.4  Участвует в проектировании систем энергообеспечения предприятий	<p><b>Знает:</b> основные принципы проектирования систем отопления и вентиляции зданий; конструктивные особенности, а также применяемые материалы для трубопроводов и воздуховодов систем отопления и вентиляции</p> <p><b>Умеет:</b> проектировать типовые системы отопления и вентиляции; использовать полученные знания при разработке проектной и рабочей технической документации</p> <p><b>Владеет:</b> методиками проведения типовых расчетов теплоэнергетического и теплотехнического оборудования; навыками расчета и проектирования систем отопления и вентиляции зданий</p>
<b>Раздел 2. Основы кондиционирования воздуха</b>			
2.	2.1. Содержание компетенции  ОПК-2: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-2.1  Демонстрирует знание современных компьютерных технологий в профессиональной деятельности	<p><b>Знает:</b> основные методы сбора и анализа информации для решения технических задач, в том числе методы сбора, анализа и передачи информации с использованием цифровых средств и технологий</p> <p><b>Умеет:</b> осуществлять поиск информации, сбор и анализ основных данных, необходимых для решения технических задач с использованием цифровых средств и технологий</p> <p><b>Владеет:</b> сбором и анализом информации для решения технических задач</p>
<b>Раздел 3. Основы теплотехники</b>			
3.	3.1. Содержание компетенции  ОПК-2: Способен применять соответствующий физико-математический аппара-	ОПК-2.1  Демонстрирует знание современных компьютерных технологий в	<p><b>Знает:</b> математический аппарат исследования функций, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, рядов, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного, численных методов</p>

№	Приобретаемые и/или совершенствуемые компетенции	Код компетенции	Знать/Уметь/Владеть:
	рат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	профессиональной деятельности	<p><b>Умеет:</b> применять математический аппарат исследования функций, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, рядов, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного, численных методов для анализа и расчета термодинамических процессов в теплотехнике</p> <p><b>Владеет:</b> методами применения математического аппарата исследования функций, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, рядов, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного, численных методов для анализа и расчета термодинамических процессов в теплотехнике</p>
	<p>3.1. Содержание компетенции ОПК-2: Демонстрирует понимание химических процессов и применяет основные законы химии</p>	ОПК-2.3 Демонстрирует понимание химических процессов и применяет основные законы химии	<p><b>Знает:</b> химические процессы применительно к процессам тепломассообмена</p> <p><b>Умеет:</b> применять основные законы химии для анализа процессов тепломассообмена</p> <p><b>Владеет:</b> методами применения основных законов химии для анализа тепломассообменных процессов</p>
	<p>3.2. Содержание компетенции ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</p>	ОПК-3.3 использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем	<p><b>Знает:</b> теплофизические свойства рабочих тел и их применение при расчетах теплотехнических установок и систем.</p> <p><b>Умеет:</b> применять теплофизические свойства рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем.</p> <p><b>Владеет:</b> методами применения теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем</p>
		ОПК-3.4 демонстрирует понимание основных законов термодинамики и термодинамических соотношений	<p><b>Знает:</b> основные законы термодинамики и термодинамические соотношения</p> <p><b>Умеет:</b> применять в расчетах основные законы термодинамики и термодинамические соотношения</p> <p><b>Владеет:</b> методами применения в расчетах основных законов термодинамики и термодинамических соотношений</p>
		ОПК-3.5 применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей	<p><b>Знает:</b> основы термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей</p> <p><b>Умеет:</b> применять знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей</p> <p><b>Владеет:</b> методами применения основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей</p>

<b>№</b>	<b>Приобретаемые и/или совершенствуемые компетенции</b>	<b>Код компетенции</b>	<b>Знать/Уметь/Владеть:</b>
	<p>3.1. Содержание компетенции ОПК-2: Демонстрирует понимание химических процессов и применяет основные законы химии</p>	<p>ОПК-2.3 Демонстрирует понимание химических процессов и применяет основные законы химии</p>	<p><b>Знает:</b> химические процессы применительно к процессам тепломассообмена. <b>Умеет:</b> применять основные законы химии для анализа процессов тепломассообмена <b>Владеет:</b> методами применения основных законов химии для анализа тепломассообменных процессов</p>
	<p>3.2. Содержание компетенции ОПК-3: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах</p>	<p>ОПК-3.6 Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы</p>	<p><b>Знает:</b> основные законы и способы переноса теплоты и массы в пространстве <b>Умеет:</b> рассчитывать процессы переноса теплоты и массы в пространстве <b>Владеет:</b> методами расчета процессов переноса теплоты и массы в пространстве</p>
		<p>ОПК-3.7 Применяет знания основ тепломассообмена в теплотехнических установках</p>	<p><b>Знает:</b> основы тепломассообмена в теплотехнических установках <b>Умеет:</b> анализировать и рассчитывать процессы тепломассообмена в теплотехнических установках <b>Владеет:</b> методами расчета процессов тепломассообмена в теплотехнических установках</p>

## ***РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ***

### ***2.1. Учебный план программы повышения квалификации***

#### ***«Современные системы создания микроклимата в помещениях»***

Категория слушателей: индивидуальные предприниматели и сотрудники (руководители, технические специалисты) организаций со статусом сельскохозяйственного товаропроизводителя и/или осуществляющих деятельность в сфере АПК, имеющие высшее или средне-специальное образование.

Форма обучения: очное и дистанционное с применением электронного обучения на дистанционных образовательных технологий.

**Режим занятий:** 2-4 часа в день

**Срок освоения:** 9 дней

**Трудоемкость программы:** 36 академических часов

№ п/п	Наименование разделов, тем	Всего ак. ч.	В том числе		Формы аттестации, контроля
			Лек- ции	Практиче- ские занятия	
<b>1.</b> <i>Раздел 1. Аэродинамика вентиляционных систем</i>					
1.1	Лекция 1. Теоретические основы вентиляции: - терминология; - физические процессы вентиляции; - основы аэродинамики		2	-	MS Office: Word, Excel, PowerPoint
1.2.	Практическое занятие № 1. Аэродинамический расчет сети воздуховодов			2	Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint, защита практической работы
1.3.	Практическое занятие № 2. Проектирование/расчет вентиляции (приток, вытяжка) в зависимости от объема помещения			2	Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint, практическая работа
1.4.	Практическое занятие № 3. Расчет и составление таблиц по воздухообмену в помещениях			2	Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint, практическая работа
	<b>ИТОГО</b>	8	2	6	Тестирование для закрепления раздела, (sdo.timacad.ru)
<b>2.</b> <i>Раздел 2. Основы кондиционирования воздуха</i>					
2.1.	Лекция № 2. Теоретические основы кондиционирования воздуха: - охлаждение воздуха; - осушение и увлажнение воздуха; - системы охлаждения: чиллеры, драйкулеры и системы на их основе; - форсуночное, сотовое и паровое увлажнение воздуха		2		MS Office: Word, Excel, PowerPoint

№ п/п	Наименование разделов, тем	Всего ак. ч.	В том числе		Формы аттестации, контроля
			Лек- ции	Практиче- ские занятия	
2.2.	Практическое занятие № 4. Расчет процессов обработки воздуха с помощью i-d диаграммы			2	Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint, практическая работа
2.3.	Лекция № 3. Особенности создания микроклимата в бассейнах и на ледовых аренах. Работа установок кондиционирования для бассейнов		2		MS Office: Word, Excel, PowerPoint
2.4.	Практическое занятие № 5. Расчет чиллеров и систем с чиллерами. Подбор чиллеров			2	Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint, практическая работа
2.4.	Практическое занятие № 6. Прецизионные кондиционеры			2	Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint, практическая работа
2.5.	Лекция № 4. Энергоэффективность систем вентиляции кондиционирования		2		MS Office: Word, Excel, PowerPoint
2.6.	Практическое занятие № 7. Рекуператоры: виды, особенности, отличия. Основы расчета рекуператоров			2	Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint, практическая работа
2.7	Практическое занятие № 8. Роторные рекуператоры (регенераторы): конденсационный, энталпийный, сорбционный: особенности, отличия. Основы расчета роторных рекуператоров			2	Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint, практическая работа
2.8	Практическое занятие № 9. Расчет нагревателя и охладителя для помещений с учетом тепловыделений от техники и количество человек в помещении			2	Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint, практическая работа
3.	<b>ИТОГО</b>	18	6	12	Тестирование для закрепления раздела, (sdo.timacad.ru)
3.1.	Лекция № 5. Теоретические основы теплотехники: - основные понятия: энталпия, энтропия и т.д.; - T-s- h-s- диаграммы состояний теплоносителей и хладагентов; - термодинамические циклы холодильных установок;		2		MS Office: Word, Excel, PowerPoint

№ п/п	Наименование разделов, тем	Всего ак. ч.	В том числе		Формы аттестации, контроля
			Лек- ции	Практиче- ские занятия	
	- теплообмен и теплообменные аппараты				
3.2.	Практическое занятие № 10. Расчет цикла теплового насоса (холодильной установки)			4	Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint, практическая работа
3.3.	Практическое занятие № 11. Расчет теплообменника			4	Mathcad, Matlab, MS Office: Word, Excel, PowerPoint, практическая работа
	<b>ИТОГО</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	Тестирование для закрепления раздела, (sdo.timacad.ru)
	<b>ИТОГО ЧАСОВ</b>	<b>36</b>	<b>10</b>	<b>26</b>	
	Итоговая аттестация (зачёт)				Итоговое тестирование (sdo.timacad.ru)

## 2.2. Учебно-тематический план программы повышения квалификации «Современные системы создания микроклимата в помещениях»

№ п/п	№ раздела	Виды учебных занятий, кол-во ак. часов	Содержание	Планируемый результат
1.	Тема 1. Аэродинамика вентиляционных систем	8 часов: лекция – 2 часа, практические занятия – 6 часов	Общие сведения о вентиляции. Технологические основы вентиляции. Воздушный режим здания. Классификация и принципы действия систем вентиляции. Сети воздуховодов систем вентиляции. Основы аэродинамики и аэродинамического расчета воздуховодов. Схема явлений при раздаче и всасывании воздуха воздуховодами. Используемые зависимости и уравнения. Способы обеспечения равномерной раздачи или всасывания воздуха. Аэродинамический расчет сети воздуховодов. Проектирование/расчет вентиляции (приток, вытяжка) в зависимости от объема помещения. Расчет и составление таблиц по воздухообмену в помещениях	ПК-2
2.	Тема 2. Основы кондиционирования воздуха	18 часов: лекция – 6 часа, практические занятия – 12 часов	Теоретические основы кондиционирования воздуха: - охлаждение воздуха; - осушение и увлажнение воздуха; - системы охлаждения: чиллеры, драйкулеры и системы на их основе; форсуночное, сотовое и паровое увлажнение воздуха. Расчет процессов обработки воздуха с	ОПК-2

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела</b>	<b>Виды учебных занятий, кол-во ак. часов</b>	<b>Содержание</b>	<b>Плани- руемый результат</b>
			<p>бассейнов. Расчет чиллеров и систем с чиллерами. Подбор чиллеров. Прецизионные кондиционеры. Энергоэффективность систем вентиляции кондиционирования.</p> <p>Рекуператоры: виды, особенности, отличия. Основы расчета рекуператоров. Роторные рекуператоры (регенераторы): конденсационный, энталпийный, сорбционный: особенности, отличия. Основы расчета роторных рекуператоров.</p> <p>Расчет нагревателя и охладителя для помещений с учетом тепловыделений от техники и количество человек в помещении.</p>	
3.	Тема 3. Основы теплотехники	10 часов: лекция - 2 часа, практические занятия – 8 ча- сов	<p>Основные параметры состояния термодинамической системы. Теплоемкость. Первый закон термодинамики для закрытых систем. <math>T, s</math>- и <math>h, s</math>- диаграммы водяного пара и хладагентов. Принципиальные схемы и термодинамические циклы холодильных машин и тепловых насосов. Холодильный коэффициент холодильной машины и коэффициент преобразования теплового насоса. Газокомпрессионные и парокомпрессионные холодильные машины и тепловые насосы. Уравнения теплопроводности, теплоотдачи и теплопередачи. Теплообменники: рекуперативные, регенеративные и смесительные. Средняя разность температур в рекуперативном теплообменном аппарате. Расчет поверхности теплообмена рекуперативного теплообменного аппарата. Интенсификация теплообмена. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях</p>	ОПК-2.1 ОПК-2.3 ОПК-3.3 ОПК-3.4 ОПК-3.5 ОПК-3.6 ОПК-3.7

### ***Раздел 3. Формы аттестации и оценочные материалы***

#### ***Итоговое тестирование***

<b>Форма проведения</b>	<b>Очно</b>
Виды оценочных материалов	Тест по разделам из 15 заданий в электронной форме на портале ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева ( <a href="http://sdo.timacad.ru">sdo.timacad.ru</a> ) (Приложение 1)
Критерии оценивания	Слушатель считается аттестованным при положительном оценивании итогового тестирования (не менее 10 правильных ответов на тестовые задания из 15 предложенных):

Форма проведения	Очно
	0 – неправильный ответ; 1 – правильный ответ; 7-10 баллов – высокий уровень; 4-7 баллов – средний уровень; менее 4 – низкий уровень
Требования к итоговой аттестации	Выполнение итогового теста из 20 заданий в электронной форме на портале ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева ( <a href="http://sdo.timacad.ru">sdo.timacad.ru</a> ) (Приложение 2)
Критерии оценивания	Слушатель считается аттестованным при положительном оценивании итогового тестирования (не менее 15 правильных ответов на тестовые задания из 20 предложенных): 0 – неправильный ответ; 1 – правильный ответ; 7-10 баллов – высокий уровень; 4-7 баллов – средний уровень; менее 4 – низкий уровень
Форма итоговой аттестации	Зачет как совокупность выполненного итогового теста
Оценка	Зачтено/не зачтено

#### ***Раздел 4. Материально-технические условия реализации программы***

Для реализации программы используются ресурсы, размещенные в системе дистанционного обучения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева ([sdo.timacad.ru](http://sdo.timacad.ru)), которые позволяют слушателям самостоятельно осваивать содержание программы или отдельных ее разделов, используются МООК, открытые образовательные и интернет – ресурсы и платформы.

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
LMS Moodle (дистанционная образовательная платформа ФГБОУ ВО РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева)	лекции	Доступ в сеть интернет, компьютеры и программное обеспечение, поддерживающее работу сайта <a href="http://sdo.timacad.ru">sdo.timacad.ru</a>

#### ***Раздел 5. Учебно-методическое обеспечение программы***

##### **Основная литература:**

1. Рудобашта С.П. Теплотехника. Изд. 2-е, доп. Допущено Минсельхозом РФ в качестве учебника для агротехнических вузов (базовый учебник) [текст] М.: Перо. 2015. – 672 с.
2. Шиляев, М. И. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Примеры расчета систем: учебное пособие для вузов / М. И. Шиляев, Е. М. Хромова, Ю. Н. Дорошенко ; под редакцией М. И. Шиляева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 250 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09295-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/516823>
3. Осмонов О. М. Общая энергетика: учебное пособие / О. М. Осмонов; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015 — 98 с.: рис., табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/186.pdf>.

4. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. Под ред. академика РАН А.В. Клименко. 4-е изд., перер. и доп. Рекомендовано федеральным учебно-методическим объединением в системе высшего образования по укрупненным группам специальностей и направлений подготовки 13.00.00 «Электро- и теплоэнергетика» в качестве учебного издания для реализации основных образовательных программ высшего образования по направлениям подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». М.: МЭИ. 2021. – 501 с.

#### **Дополнительная литература:**

1. Круглов, Г.А. Теплотехника: учебное пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1017-0. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3900>
2. Логинов, В.С. Практикум по основам теплотехники: учебное пособие / В.С. Логинов, В.Е. Юхнов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-8114-3377-3. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112679>
3. Теплотехника. Практический курс: учебное пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова, М.В. Андреева. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-2575-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/96253>
4. Рудобашта С.П., Канатников Ю.А. Основы трансформации теплоты. Учебное пособие. М.: ООО «Реарт». 2017. – 148 с.
5. Рудобашта Станислав Павлович. Теплотехника. Задания для контрольной работы: практикум / С. П. Рудобашта, Е. Л. Бабичева, Ю. А. Канатников; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2018 — 114 с.: рис., табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/umto313.pdf>.
6. Стефанов Е.В. Вентиляция и кондиционирование воздуха. – Санкт-Петербург. Издательство «АБОК Северо-Запад». 2005. – 402 с.
7. Каменев П.Н., Тертичник Е.И. Вентиляция: Учебное пособие. Изд. 2-е, исправл. и дополн. – М.: Изд-во АСВ, 2011. – 632 с.
8. Аэродинамический расчет механических и гравитационных систем вентиляции. Учебно-методическое пособие к курсовому и дипломному проектированию по дисциплине «Вентиляция». – Нижний Новгород: издание ННГАСУ, 2015. – 25 с.
9. Кочев, А.Г. Таблицы и примеры аэродинамического расчета систем вентиляции [Текст]: методические указания / А.Г.Кочев, А.С.Сергиенко. – Нижний Новгород: издание ННГАСУ, 2008. – 53 с.

#### **Нормативные правовые акты:**

1. Федеральный закон от 23.11.2009 N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ».

#### **Программное обеспечение и интернет-ресурсы:**

1. <http://www2.viniti.ru> Базы данных ВИНТИ РАН.
2. <http://www.techgidravlika.ru> Информационно-справочная система.
3. <http://znanium.com/> Электронно-библиотечная система.

4. <http://rucont.ru> Электронно-библиотечная система.
5. <http://e.lanbook.com/> Электронно-библиотечная система

### ***Раздел 6. Оценка качества освоения программы***

Оценка качества освоения программы осуществляется на основе результатов итоговой аттестации. Слушатель считается аттестованным, если имеет положительные оценки (от «15» до «20» баллов) по результатам итогового тестирования.

### ***Раздел 7. Образовательные технологии, используемые в процессе реализации программы***

В программе используются ресурсы, размещенные в системе дистанционного обучения ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева ([sdo.timacad.ru](http://sdo.timacad.ru)) и которые позволяет слушателям самостоятельно осваивать содержание программы или отдельных ее разделов, используются МООК, открытые образовательные и интернет – ресурсы и платформы.

### ***Раздел 8. Составители программы***

Рудобашта С.П., д.т.н., профессор

(подпись)

Осмонов О.М., д.т.н., профессор

(подпись)

Канатников Ю.А., инженер

(подпись)

Разработана и утверждена на кафедре теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий

Протокол № \_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » 2023 г.

Зав. кафедрой Н.Г. Кожевникова

## ТЕСТ ПО РАЗДЕЛАМ «СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ СОЗДАНИЯ МИКРОКЛИМАТА В ПОМЕЩЕНИЯХ»

### ТЕСТЫ ПО РАЗДЕЛУ 1. АЭРОДИНАМИКА ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

#### Вопрос 1. Что такое воздухообмен?

1) Количество воздуха, подаваемое или удаляемое из помещения за час из помещения, отнесенное к его внутренней кубатуре.

2) Воздухообменом называется частичная или полная замена воздуха, содержащего вредные выделения, чистым атмосферным воздухом.

3) Количество воздуха, подаваемого в помещение.

#### Вопрос 2. Каким образом осуществляется воздухообмен, если в воздухе помещения выделяются газы, имеющие плотность больше плотности воздуха?

1) Из нижней зоны удаляется 30 – 40 % воздуха из верхней зоны 60 – 70 %.

2) Из нижней зоны удаляется 60 – 70 % воздуха из верхней зоны 30 – 40 %.

3) Из нижней зоны удаляется 50 % воздуха из верхней зоны 50 %.

#### Вопрос 3. По какой формуле определяются потери на трение в воздуховодах?

$$1) \Delta p_{tp} = \lambda_{tp} \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

$$2) \lambda = 0,11 \cdot \left( \frac{k_3}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}$$

$$3) \Delta p_{tp} = \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

#### Вопрос 4. Какую скорость движения воздуха принимают на концевых участках магистрали?

1) Среднюю скорость.

2) Наибольшую.

3) Наименьшую, постоянно ее увеличивая для других участков.

#### Вопрос 5. Что обозначает $\sum \Delta p_{ob}$ ?

1) Общие потери давления.

2) Потери давления в оборудовании.

3) Потери давления по длине воздуховода.

### ТЕСТЫ ПО РАЗДЕЛУ 2. ОСНОВЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

#### Вопрос 6. Какие основные параметры воздуха создают микроклимат помещения:

1) температура, абсолютная влажность, подвижность воздуха;

2) газовый состав, относительная влажность, потоки лучистого тепла;

3) температура, относительная влажность, газовый и ионный состав воздуха, его подвижность;

4) давление, влагосодержание, газовый состав воздуха.

#### Вопрос 7. Укажите искусственные источники холода СКВ:

1) артезианская вода;

- 2) искусственно или в естественных условиях полученный лед;
- 3) испарительное охлаждение;
- 4) холодильные машины.

**Вопрос 8. Укажите предназначение систем с чиллерами и фанкойлами:**

- 1) увлажнение и осушка воздуха;
- 2) нагревание или охлаждение наружного воздуха;
- 3) нагревание или охлаждение рециркуляционного воздуха;
- 4) охлаждение и увлажнение воздуха.

**Вопрос 9. В конденсаторе чиллера происходит:**

- 1) испарение хладагента;
- 2) охлаждение среды;
- 3) конденсация хладагента;
- 4) нагревание хладагента.

### ТЕСТЫ ПО РАЗДЕЛУ 3. ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ

**Вопрос 10. Конвекция возможна:**

- 1) в жидкости и газе;
- 2) в газе;
- 3) в твердом теле;
- 4) в вакууме.

**Вопрос 11. Какая из указанных величин остается неизменной при нагревании влажного воздуха в калорифере?**

- 1) абсолютная влажность;
- 2) энталпия;
- 3) относительная влажность;
- 4) влагосодержание;
- 5) температура.

**Вопрос 12. Какие величины являются основными параметрами состояния?**

- 1)  $u$ ,  $h$ ,  $s$ ;
- 2)  $T$ ,  $v$ ,  $p$ ;
- 3)  $T$ ,  $v$ ,  $p$ ,  $u$ ,  $h$ ,  $s$ ;
- 4)  $l$ ,  $q$ ;
- 5)  $v$ ,  $u$ ,  $s$ ,  $h$ .

**Вопрос 13. Теплообменный аппарат, в котором теплота от горячего к холодному теплоносителю передается через разделительную стенку, называется...**

- 1) регенеративным;
- 2) смесительным;
- 3) рекуперативным.

**Вопрос 14. Можно ли подведенную в цикле теплоту полностью преобразовать в работу?**

- 1) нельзя;
- 2) можно, совершая обратимый цикл Карно;
- 3) можно, совершая обратимый изотермический процесс;
- 4) можно, совершая обратимый изобарный процесс;

5) можно, совершая обратимый политропный процесс.

**Вопрос 15. Как выглядит первый закон термодинамики для адиабатного процесса?**

- 1)  $\Delta u = -l;$
- 2)  $q = 2\Delta u + l;$
- 3)  $q = \Delta u;$
- 4)  $q = l.$

## ИТОГОВЫЙ ТЕСТ

**1. В аэродинамическом расчете вентиляционной системы за основное расчетное направление принимают:**

- 1) самую длинную цепочку последовательно расположенных участков;
- 2) направление с самым большим гидравлическим сопротивлением;
- 3) цепочку участков, имеющую самый большой расход воздуха.

**2. Для воздуховодов прямоугольного сечения за расчетную величину  $d$  принимают эквивалентный диаметр, рассчитываемый по формуле:**

$$d_e = \frac{(a+b)}{2};$$

$$d_e = \frac{2 \cdot (a+b)}{a \cdot b};$$

$$d_e = \frac{2 \cdot a \cdot b}{(a+b)}.$$

**3. Для обеспечения равномерного всасывания воздуха сечение воздуховода должна:**

- 1) увеличиваться по направлению к вентилятору;
- 2) оставаться постоянным;
- 3) уменьшаться по направлению к вентилятору.

**4. Испаритель — это часть ... установки:**

- 1) тепловой;
- 2) холодильной;
- 3) комбинированной;
- 4) градирни.

**5. Какая из приведенных площадей представляет теплоту за процесс?**

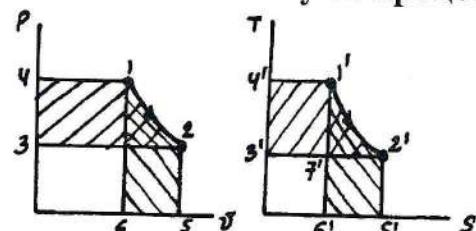
- 1) 1-2-3-4-1;
- 2) 1-2-5-6-1;
- 3) 1'-2'-3'-4'-1';
- 4) 1'-2'-5'-6'-1';
- 5) 5, 1'-2'-7'-1'.

**6. Какие величины являются удельными массовыми теплоемкостями?**

- 1)  $c'$ ;
- 2)  $c$ ;
- 3)  $c_v$ ;
- 4)  $c_p$ ;
- 5)  $c_{\pi}, c_{\pi}$ .

**7. Какие величины измеряются в Дж/(кг·К)?**

- 1) удельная внутренняя энергия;
- 2) универсальная газовая постоянная;
- 3) удельная работа расширения газа;
- 4) удельная теплота;
- 5) удельная массовая теплоемкость;



6) удельная энталпия.

**8. Коэффициент гидравлического сопротивления при турбулентном режиме течения рассчитывается по формуле:**

- 1) Бернулли;
- 2) Вейсбаха;
- 3) Блазиуса.

**9. На пересечении, каких линий находится температура мокрого термометра:**

- 1)  $d = \text{const}$  и  $\phi = 100\%$ ;
- 2)  $I = \text{const}$  и  $\phi = 100\%$ ;
- 3)  $I = \text{const}$  и  $d = \text{const}$ ;
- 4)  $D = \text{const}$  и  $\phi = \text{const}$ .

**10. Основными этапами аэродинамического расчета вентиляционной системы являются:**

- 1) разбиение схемы вентиляционной системы на расчетные участки;
- 2) увязка остальных участков вентиляционной системы;
- 3) расчет участка основного направления магистрали.

**11. Потери давления в системах вентиляции складываются из:**

- 1) утечек в неплотностях соединений;
- 2) потеря в местных сопротивлениях;
- 3) потеря на трение.

**12. При проектировании систем вентиляции предпочтение отдается:**

- 1) пластмассовым воздуховодам круглого сечения;
- 2) металлическим воздуховодам прямоугольного сечения;
- 3) металлическим воздуховодам круглого сечения;

**13. Предварительная скорость движения воздуха в системах естественной вентиляции принимается за:**

- 1) не более 1,5 м/с;
- 2) не более 0,5 м/с;
- 3) 2 – 5 м/с.

**14. Перемещение теплоносителя в системах с чиллерами и фанкойлами осуществляется за счет работы:**

- 1) вентиляторной установки;
- 2) компрессора;
- 3) насосной станции;
- 4) турбогазодувки.

**15. Соотношение диаметров воздуховодов и ответвлений определяется по формуле:**

$$1) \frac{d_2}{d_1} = \sqrt[4]{\frac{\Delta p_2}{\Delta p_1}} ;$$

$$2) \frac{d_2}{d_1} = \sqrt[5]{\frac{\Delta p_1}{\Delta p_2}} ;$$

$$3) \frac{d_2}{d_1} = \sqrt[3]{\frac{\Delta p_1}{\Delta p_2}}$$

**16. Укажите основные элементы внешнего и внутреннего блоков кондиционеров сплит-систем:**

- 1) компрессор, конденсатор, вентилятор;
- 2) испаритель, вентилятор, фильтр;
- 3) теплообменник, вентилятор;
- 4) испаритель, насос.

**17. Фанкойл — это агрегат, устанавливаемый в помещении:**

- 1) для нагревания воздуха;
- 2) для охлаждения воздуха;
- 3) для ионизации воздуха;
- 4) для увлажнения воздуха.

**18. Чему равна плотность теплового потока через плоскую стенку в случае теплопередачи, если термическое сопротивление теплопередаче  $0,1 \text{ (м}^2\text{К)}/\text{Вт}$ , температура горячей среды  $20^\circ\text{C}$ , температура холодной среды  $10^\circ\text{C}$ ?**

- 1)  $100 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ;
- 2)  $200 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ;
- 3)  $300 \text{ Вт}/\text{м}^2$ ;
- 4)  $400 \text{ Вт}/\text{м}^2$ .

**19. Чему равна степень сухости в точке b на данной диаграмме воды и водяного пара?**

- 1) 0;
- 2) 1;
- 3) 2;
- 4) 3.

**20. Что означает понятие «магистраль» в аэродинамическом расчете систем вентиляции?**

- 1) это наиболее протяженная и наиболее нагруженная цепочка последовательно расположенных участков;
- 2) это один участок, имеющий наибольший расход воздуха;
- 3) это главный участок воздуховода.