

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
"ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
И АРХИТЕКТУРЫ"**

Факультет инженерных и экологических систем в строительстве
Кафедра «Теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции»


"УТВЕРЖДАЮ":
Декан факультета
 Лукьянов А.В.
«30» августа 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.5.1 " Теплообмен в системах отопления, вентиляции
и кондиционирования "**

Направление подготовки ОПОП ВО магистратуры 08.04.01 "Строительство"

Программа подготовки
«Повышение эффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции»

Год начала подготовки по учебному плану 2017

Квалификация (степень) выпускника "Магистр"

Форма обучения очная

Макеевка 2017 г.

Программу составил:
к.т.н., доцент Монах С.И.


(подпись)

Рецензенты:
д.т.н., профессор Лукьянов А.В.


(подпись)

ГОУ ВПО ДонНАСА, заведующий кафедрой теплотехники, теплогазоснабжения и
вентиляции

д.т.н., профессор Найманов А.Я.


(подпись)

ГОУ ВПО ДонНАСА, профессор кафедры «Городское строительство и хозяйство»

Рабочая программа дисциплины **"Теплообмен в системах отопления, вентиляции и кондиционирования"** разработана в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования ГОС ВПО по направлению подготовки 08.04.01 Строительство (уровень "магистр") (утверждён приказом Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики от "19" апреля 2016 г. №395) и Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГСО ВО 34974) по направлению подготовки 08.04.01 Строительство (уровень магистратуры) (утвержден приказом Министерства образования и науки России от "30" октября 2014 г. № 1419).

Составлена на основании учебного плана:

08.04.01 Строительство, программа подготовки "Повышение эффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции", утверждённого Учёным советом ГОУ ВПО ДонНАСА 26.06.2017 г., протокол №10

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры
"Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция"

Протокол от 28.08.2017 г. № 1

Срок действия программы: 2017-2022 уч.гг.

Заведующий кафедрой:

д.т.н., профессор Лукьянов А.В.


(подпись)

Одобрено советом (методической комиссией) факультета инженерных и экологических систем в строительстве (ФИЭСС) протокол № 1 от "29" августа 2017 г

Председатель УМК направления подготовки:

д.т.н., профессор Лукьянов А.В.


(подпись)

Начальник учебной части:

к.гос.упр., доцент Сухина А.А.


(подпись)

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

"Утверждаю":

Председатель УМК факультета д.т.н., профессор Лукьянов А.В.



(подпись)

"20" 08 2018 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2018-2019 учебном году на заседании кафедры "Теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции"

Протокол от "29" 08 2018 г., № 1

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор Лукьянов А.В.



(подпись)

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

"Утверждаю":

Председатель УМК факультета д.т.н., профессор Лукьянов А.В.

_____ (подпись)

"__" _____ 2019 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2019-2020 учебном году на заседании кафедры "Теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции"

Протокол от "__" _____ 2019 г., № __

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор Лукьянов А.В.

_____ (подпись)

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

"Утверждаю":

Председатель УМК факультета д.т.н., профессор Лукьянов А.В.

_____ (подпись)

"__" _____ 2020 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры "Теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции"

Протокол от "__" _____ 2020 г., № __

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор Лукьянов А.В.

_____ (подпись)

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

"Утверждаю":

Председатель УМК факультета д.т.н., профессор Лукьянов А.В.

_____ (подпись)

"__" _____ 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры "Теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции"

Протокол от "__" _____ 2021 г., № __

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор Лукьянов А.В.

_____ (подпись)

Содержание

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	1
1. Цель освоения дисциплины (модуля).....	5
2. Учебные задачи дисциплины (модуля).....	5
3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО (основной профессиональной образовательной программы высшего образования)....	5
4. Требования к результатам освоения содержания дисциплины (модуля).	6
5. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ.....	8
II. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
1. Общая трудоёмкость дисциплины	8
2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ	8
3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	11
III. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	11
IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ, ИНФОРМАЦИОННОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ...	13
1. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	13
2. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ, СПРАВОЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ, КОНТРОЛИРУЮЩИЕ И ПРОЧИЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРОГРАММЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	15
V. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА	14
Вопросы к экзамену / зачету / зачету с оценкой.....	24
ПРИМЕРЫ ТЕСТОВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ.....	25
ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ.....	27
ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ТВОРЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ.....	27
ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ТВОРЧЕСКОГО РЕЙТИНГА.....	27
ТИПОВЫЙ БИЛЕТ	28
ФОРМИРОВАНИЕ БАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ	30
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ	33

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является:

- обеспечение теоретической и практической подготовки к использованию методов анализа и расчета теплообменных процессов в системах отопления, вентиляции и кондиционирования;
- овладение студентами физической сущностью процессов переноса теплоты и массы, развитие навыков практического применения знаний для решения конкретных задач по переносу тепловой энергии и массы вещества в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.
- обеспечение профессионального применения теории тепломассопереноса для создания высокоэффективных современных систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

2. УЧЕБНЫЕ ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Задачами дисциплины являются:

- 1) приобретение понимания физики процессов тепломассопереноса в системах отопления, вентиляции и кондиционирования;
- 2) овладение методами расчета процессов тепломассопереноса для стационарных и нестационарных условий в системах отопления, вентиляции и кондиционирования;
- 3) развитие навыков самостоятельного ориентирования в широком круге теоретических вопросов в области тепломассообменных процессов в системах отопления, вентиляции и кондиционирования и их оптимизации;
- 4) грамотное применение теории тепломассопереноса при создании и проектировании современных систем ОВ и К.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина "Теплообмен в системах отопления, вентиляции и кондиционирования", относится к вариативной (обязательной) части учебного плана Б1.В.ДВ.6

3.1 Требования к предварительной подготовке обучающихся:

Дисциплина "Теплообмен в системах отопления, вентиляции и кондиционирования" базируется на дисциплинах цикла Б2: Б2.Б1 «Математика»; Б2.Б5 «Физика»; Б2.Б4 «Прикладная химия»; Б2.Б2 «Информатика»; Б1.В.ОД2 «Техническая термодинамика»; Б1.В.ОД3 «Тепломассообмен»; Б1.В.ДВ.3 «Термодинамическая эффективность теплового оборудования и тепломассообменных процессов в нем»; Б1.В.ОД1 «Техническая механика жидкости и газов»; Б1.В.ОД5 «Основы обеспечения микроклимата зданий (включая теплофизику зданий)»; Б1.В.ОД6 «Насосы, вентиляторы и компрессоры в системах ТГВ»; Б1.В.ОД7 «Отопление»; Б1.В.ОД8 «Вентиляция»; Б1.В.ОД10 «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение зданий».

3.2 Приобретённые компетенции после изучения предшествующих дисциплин

Для успешного освоения дисциплины "Теплообмен в системах отопления, вентиляции и кондиционирования", студент должен:

1. Знать основные законы теории тепломассообмена и технической термодинамики, и применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов тепломассообмена и преобразования энергии в них (ОПК-1);
2. Уметь выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);
3. Владеть основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей теплового оборудования, составления конструкторской документации и деталей (ОПК-3); умением использовать нормативные правовые документы в профессиональной деятельности (ОПК-8);

3.3	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:
<p>Изучение дисциплины "Теплообмен в системах отопления, вентиляции и кондиционирования" необходимо для дальнейшего изучения таких дисциплин, как: дисциплины учебного плана магистратуры: БЗ.В.ДВ.8«Испытание и наладка систем отопления, вентиляции и кондиционирования», «Испытание и наладка систем теплоснабжения»</p>	
4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
<p>В результате освоения дисциплины "Теплообмен в системах отопления, вентиляции и кондиционирования" должны быть сформированы следующие компетенции:</p> <p>ОПК-4: способность демонстрировать знания фундаментальных и прикладных дисциплин программы магистратуры;</p> <p>ОПК-10: способность и готовность ориентироваться в постановке задач исследования процессов тепло и массообмена в системах отопления, вентиляции и кондиционирования, применять знания о современных методах исследования, анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию;</p> <p>ПК-7: способность разрабатывать физические и математические (компьютерные) модели процессов тепло- и массообмена в системах отопления, вентиляции и кондиционирования;</p>	
<p>Производственно-технологическая и производственно-управленческая деятельность В результате освоения компетенции ОПК-4 студент должен:</p> <p>1. Знать: - основные источники научно-технической информации по технологическим особенностям процессов тепло- и массообмена производственных систем отопления, вентиляции и кондиционирования.</p> <p>2. Уметь: - применять знания фундаментальных и прикладных дисциплин для проектирования технологических систем отопления, вентиляции и кондиционирования нового поколения.</p> <p>3. Владеть: - современными и перспективными компьютерными и информационными технологиями разработки энергоэффективных процессов тепло и массопереноса в системах отопления, вентиляции и кондиционирования.</p>	
<p>Производственно-технологическая и производственно-управленческая деятельность В результате освоения компетенции ОПК-10 студент должен:</p> <p>1. Знать: - современный подход к постановке задач исследования процессов тепло и массообмена в системах отопления, вентиляции и кондиционирования.</p> <p>2. Уметь: - применять знания о современных методах исследования процессов тепло и массообмена в системах отопления, вентиляции и кондиционирования, анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию.</p> <p>3. Владеть: - современными методами исследования энергоэффективности технологических систем отопления, вентиляции и кондиционирования.</p>	

Производственно-технологическая и производственно-управленческая деятельность

В результате освоения компетенции **ПК-7** студент должен:

1. Знать:

- современные модели усовершенствования существующих и разработки новых перспективных систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

2. Уметь:

- применять на практике методы разработки физических и математических (компьютерных) моделей технологических систем отопления, вентиляции и кондиционирования с использованием современных программных средств.

3. Владеть:

- методами разработки и верификации моделей сложных систем отопления, вентиляции и кондиционирования, в которых реализуются гидродинамические, тепло- и массообменные процессы.

Экспериментально-исследовательская деятельность

В результате освоения компетенции **ОПК-4** студент должен:

4. Знать:

- современную научно-техническую информацию о технологических особенностях процессов тепло- и массообмена производственных систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

5. Уметь:

- применять знания фундаментальных и прикладных дисциплин для исследования технологических систем отопления, вентиляции и кондиционирования нового поколения.

6. Владеть:

- современными и перспективными компьютерными и информационными технологиями исследований энергоэффективных процессов тепло и массопереноса в системах отопления, вентиляции и кондиционирования.

Экспериментально-исследовательская деятельность

В результате освоения компетенции **ОПК-10** студент должен:

1. Знать:

- современный подход к постановке задач исследования процессов тепло и массообмена в системах отопления, вентиляции и кондиционирования, методы анализа и синтеза результатов исследования.

2. Уметь:

- формулировать задачи исследования процессов тепло и массообмена в технологических системах отопления, вентиляции и кондиционирования нового поколения с использованием методов анализа и синтеза информации.

3. Владеть:

- современными методами аналитических исследований процессов тепло и массопереноса в технологических системах отопления, вентиляции и кондиционирования.

Экспериментально-исследовательская деятельность

В результате освоения компетенции **ПК-7** студент должен:

1. Знать:

- современные модели усовершенствования существующих и разработки новых перспективных систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

2. Уметь:

- разрабатывать физические и математические (компьютерные) модели процессов тепло и массопереноса в технологических системах отопления, вентиляции и кондиционирования с использованием современных программных средств.

3. Владеть:

- методами исследований сложных систем отопления, вентиляции и кондиционирования, в которых реализуются гидродинамические, тепло- и массообменные процессы;
- культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий

5. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ

Текущий контроль осуществляется лектором и преподавателем, ведущим практические занятия, в соответствии с календарно-тематическим планом.

Промежуточная аттестация в III семестре – экзамен

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации формируют рейтинговую оценку работы студента. Распределение баллов при формировании рейтинговой оценки работы студента осуществляется в соответствии с "Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов при кредитно-модульной системе организации учебного процесса в Донбасской национальной академии строительства и архитектуры" (Приложение 1).

II. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы, 72 часа.

Количество часов, выделяемых на контактную работу с преподавателем (лекции, практические занятия) и самостоятельную работу студента, определяется рабочим учебным планом (на основании базового учебного плана) и календарно-тематическим планом, которые разрабатываются и корректируются ежегодно.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование разделов и тем (содержание)	Сем./ Курс	Час.	Компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
Раздел 1. Механизмы процессов тепло и массопереноса и определение их количественных характеристик						
1	Тема 1 Температура и теплообмен. Количественные характеристики переноса теплоты. Отношение теплообмена к термодинамике. Механизмы переноса теплоты теплопроводностью, конвекцией, и тепловым излучением.	3/II	4	ОПК-4, ОПК-10, ПК-7	Знать: - механизмы переноса теплоты теплопроводностью, конвекцией, и тепловым излучением, их закономерности и методики определения количественных характеристик теплопереноса. Уметь: - определять количественные и качественные характеристики процессов теплопереноса. Владеть: методиками определения количественных и качественных характеристик процессов теплопереноса.	Л, СР
2	Тема 2 Теплообмен при изменении агрегатного состояния. Кондуктивный теплообмен. Тепломассообмен в двухкомпонентных средах.	3/II	2	ОПК-4, ОПК-10, ПК-7	Знать: - закономерности теплообмена при кипении, парообразовании и конденсации; - от каких факторов зависит коэффициент кондуктивного теплообмена; - механизм и закономерности тепломассообмена в двухкомпонентных средах; - основной закон диффузии – закон Фика; - направление потока массы при концентрационной диффузии, термодиффузии, бародиффузии. Уметь: - определять интенсивность теплообмена при изменении агрегатного состояния вещества; - определять направление потока	Л, СР

					<p>массы и интенсивность тепло-массопереноса в двухкомпонентных средах.</p> <p>Владеть: методиками определения интенсивности теплообмена при изменении агрегатного состояния вещества и интенсивности тепло-массопереноса в двухкомпонентных средах.</p>	
Раздел 2. Процессы тепло и массообмена в системах отопления						
3	<p>Тема 3 Теплообмен в помещении. Теплообмен на нагретой и охлажденной поверхностях в помещении и на наружной поверхности ограждения здания. Теплопередача через наружные ограждающие конструкции. Теплопередача в отопительных приборах. Теплообмен в помещении при панельно-лучистом отоплении.</p>	3/II	2	ОПК-4, ОПК-10, ПК-7	<p>Знать: - закономерности теплообмена на нагретой и охлажденной поверхностях в помещении и на наружной поверхности ограждения здания;</p> <ul style="list-style-type: none"> - закономерности теплопередачи как сложного вида теплообмена; - особенности теплообмена в помещении при панельно-лучистом отоплении. <p>Уметь: - определять интенсивность теплообмена на нагретой и охлажденной поверхностях в стационарных и нестационарных условиях;</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать интенсивность теплопередачи и теплообмена при панельно-лучистом отоплении; <p>Владеть:- методиками определения теплообмена на нагретой и охлажденной поверхностях в помещении и на наружной поверхности ограждения здания;</p> <ul style="list-style-type: none"> - теплопередачи через стенки любой формы; - углового коэффициента при панельно-лучистом отоплении. 	Л, СР
4	<p>Тема 4 Теплопередача через наружные ограждения при наличии воздухопроницаемости. Теплопередача через наружные ограждения при наличии паропроницаемости.</p>	3/II	2	ОПК-4, ОПК-10, ПК-7	<p>Знать: - закономерности теплопередачи при наличии массопереноса через ограждающие конструкции;</p> <ul style="list-style-type: none"> - влияние воздухопроницаемости и паропроницаемости ограждений на интенсивность теплопередачи. <p>Уметь: - рассчитывать интенсивность теплопередачи при наличии воздухопроницаемости и паропроницаемости наружных ограждающих конструкций;</p> <p>Владеть: - методиками расчета теплопередачи при наличии массопереноса через ограждающие конструкции.</p>	Л, СР

5	Тема 5 Нестационарный тепловой режим теплопередачи через наружные ограждения. Теплоустойчивость помещений. Теплоустойчивость ограждений. Регулярный тепловой режим. Остывание и нагревание помещения.	3/II	2	ОПК-4, ОПК-10, ПК-7	Знать: - закономерности теплопередачи через ограждающие конструкции при нестационарной теплопередаче; - инженерный метод расчета квацистационарной теплопроводности. Уметь: - рассчитывать теплоустойчивость помещений в холодный период года и теплоустойчивость ограждений в летний период. Владеть: - методиками расчета квацистационарной теплопроводности в наружных ограждениях.	Л, СР
Раздел 3. Тепло и массо- обмен в системах вентиляции и кондиционирования						
6	Тема 6 Процессы выделения теплоты, влаги и вредных примесей в помещениях. Основные понятия и основные числа подобия тепло и массообмена при испарении жидкости.	3/II	2	ОПК-4, ОПК-10, ПК-7	Знать: - закономерности процессов выделения теплоты, влаги и вредных примесей в помещениях; - закономерности тепло и массообмена при испарении жидкости со свободной поверхности; - основные числа подобия тепло- и массообмена при испарении жидкости. Уметь: - определять потоки теплоты и массы вещества при испарении; - коэффициент диффузии для различных систем. Владеть: - методиками расчета коэффициентов диффузии для различных систем и методиками определения потоков теплоты и массы вещества при испарении.	Л, СР
7	Тема 7 Тепло и массообмен при фазовых превращениях. Основные критериальные уравнения тепло- и массообмена. Зависимость температуры поверхности испаряющейся жидкости от температурных и гидродинамических условий. Особенности тепло- и влагообмена при непосредственном контакте воздуха с поверхностью жидкости.	3/II	2	ОПК-4, ОПК-10, ПК-7	Знать: - закономерности диффузии и теплообмена для двухкомпонентной смеси; - зависимость интенсивности массообмена от интенсивности подвода теплоты и ассимилирующей способности окружающего воздуха; - особенности тепло- и влагообмена при непосредственном контакте воздуха с поверхностью жидкости. Уметь: определять интенсивность тепло и массообмена по критериальным уравнениям для определения термического и диффузионного чисел Нусельта.	Л, СР
8	Тема 7: Самостоятельная расчетная работа «Расчет тепло и массообмена при испарении жидкости»	3/II	12	ОПК-4, ОПК-10, ПК-7	Владеть: методиками расчета интенсивности тепло и массообмена по критериальным уравнениям для определения термического и диффузионного чисел Нусельта.	СР
9	Тема 8 Особенности процессов тепловлажностной обработки воздуха при кондиционировании в летний и зимний периоды. Основное дифференциаль-	3/II	2	ОПК-4, ОПК-10, ПК-7	Знать: - особенности процессов тепловлажностной обработки воздуха при кондиционировании в летний и зимний периоды; - основное уравнение тепло и влагообмена, описывающее условия	Л, СР

	ное уравнение теплообмена при непосредственном контакте воздуха с водой. Температурные условия возможных случаев испарения воды. Дифференциальное уравнение изменения состояния воздуха.			теповлажностной обработки воздуха. Уметь: - определять количество явного и скрытого тепла при кондиционировании; - температурные условия на поверхности испаряющейся воды в зависимости от гидродинамических и температурно-влажностных условий. Владеть: методиками расчета процессов тепловлажностной обработки воздуха при непосредственном контакте воздуха с водой.
Всего:		34	Лекции – 18; самостоятельная работа –36	
Итого:		72	Лекции – 18; Контроль – 18; Самостоятельная работа – 36.	

3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование разделов и тем	Литература
1	Раздел 1. Механизмы процессов тепло и массо- переноса и определение их количественных характеристик	О-1, О-4, Д-2, М-1
2	Раздел 2. Процессы тепло и массообмена в системах отопления	О-1, О-3, Д-2, М-1
3	Раздел 3. Тепло и массо- обмен в системах вентиляции и кондиционирования	О-1, О-2, Д-1, М-1

III. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

3.1	В процессе освоения дисциплины "Теплообмен в системах отопления, вентиляции и кондиционирования" используются следующие образовательные технологии: лекции (Л), практические занятия (ПР), индивидуальные (групповые) академические консультации (АК), самостоятельная работа студентов (СР) по выполнению различных видов заданий.				
3.2	В процессе освоения дисциплины " Теплообмен в системах отопления, вентиляции и кондиционирования" используются следующие интерактивные образовательные технологии: анализ конкретных ситуаций (АКС), лекция-визуализация (ЛВ), проблемная лекция (ПЛ). Лекционный материал представлен в виде слайд-презентации в формате "PowerPoint". Для наглядности используются материалы различных Web-материалов, справочных изданий и т.п. При изложении теоретического материала используются такие принципы дидактики высшей школы, как чёткая последовательность и систематичность, логическое обоснование, взаимосвязь теории и практики, наглядность и т.п. В конце каждой лекции предусмотрен отрезок времени для ответов на проблемные вопросы.				
3.3	Используемые интерактивные формы и методы обучения по дисциплине				
№	Наименование разделов и тем	Кол-во часов	Вид учебных занятий	Используемые интерактивные технологии	Формируемые компетенции
Раздел 1. Механизмы процессов тепло и массопереноса и определение их количественных характеристик					
1	Тема 1 Температура и теплообмен. Количественные характеристики переноса теплоты. Отношение теплообмена к термодинамике. Механизмы переноса теплоты теплопроводностью, конвекцией, и тепловым излучением.	4	Л	ПЛ	ОПК-4, ОПК-10, ПК-7

2	Тема 2 Теплообмен при изменении агрегатного состояния. Кондуктивный теплообмен. Тепломассообмен в двухкомпонентных средах.	2	Л	ПЛ, АКС	ОПК-4, ОПК-10, ПК-7
Раздел 2. Процессы тепло и массообмена в системах отопления					
3	Тема 3 Теплообмен в помещении. Теплообмен на нагретой и охлажденной поверхностях в помещении и на наружной поверхности ограждения здания. Теплопередача через наружные ограждающие конструкции. Теплопередача в отопительных приборах. Теплообмен в помещении при панельно-лучистом отоплении.	2	Л	ПЛ, АКС	ОПК-4, ОПК-10, ПК-7
4	Тема 4 Теплопередача через наружные ограждения при наличии воздухопроницаемости. Теплопередача через наружные ограждения при наличии паропроницаемости.	2	Л	ПЛ, АКС	ОПК-4, ОПК-10, ПК-7
5	Тема 5 Нестационарный тепловой режим теплопереноса через наружные ограждения. Теплоустойчивость помещений. Теплоустойчивость ограждений. Регулярный тепловой режим. Остывание и нагревание помещения.	2	Л	ПЛ, АКС	ОПК-4, ОПК-10, ПК-7
Раздел 3. Тепло и массо- обмен в системах вентиляции и кондиционирования					
6	Тема 6 Процессы выделения теплоты, влаги и вредных примесей в помещениях. Основные понятия и числа подобия тепло и массообмена при испарении жидкости.	2	Л	ПЛ, АКС	ОПК-4, ОПК-10, ПК-7
7	Тема 7 Тепло и массо- обмен при фазовых превращениях. Основные критериальные уравнения тепло- и массообмена. Зависимость температуры поверхности испаряющейся жидкости от температурных и гидродинамических условий. Особенности тепло- и влагообмена при непосредственном контакте воздуха с поверхностью жидкости.	2	Л	ПЛ, АКС	ОПК-4, ОПК-10, ПК-7
8	Тема 8 Особенности процессов тепло-влажностной обработки воздуха при кондиционировании в летний и зимний периоды. Основное дифференциальное уравнение теплообмена при непосредственном контакте воздуха с водой. Температурные условия возможных случаев испарения воды. Дифференциальное уравнение изменения состояния воздуха.	2	Л	ПЛ, АКС	ОПК-4, ОПК-10, ПК-7

IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ, ИНФОРМАЦИОННОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА					
Основная литература					
№	Авторы, составители	Название	Издательство, год	Кол-во	Примечание
О.1	Семенов Б.А.	Строительная теплофизика [Электронный ресурс]: учебное пособие	Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015.— 48 с.	-	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/76516.html .— ЭБС «IPR-books»
О.2	Калиниченко М.Ю.	Кондиционирование воздуха и холодоснабжение зданий [Электронный ресурс]: учебное пособие	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2017.— 136 с.	-	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/75578.html .— ЭБС «IPR-books»
О.3	Вислогузов А.Н.	Особенности современного проектирования систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха общественных, многоэтажных и высотных зданий	Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016.— 172 с.	-	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/66113.html .— ЭБС «IPR-books»
О.4	Монах С.И.	Конспект лекций по курсу «Теплообмен в системах ОВ и К». [печ + эл]	Макеевка: ДонНАСА, 2017. – 120 с.	25	Режим доступа: http://dl.donnasa.org .
Дополнительная литература					
№	Авторы, составители	Название	Издательство, год	Кол-во	Примечание
Д.1	Свистунов В.М., Пушняков Н.К.	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства	СПб.: Политехника, 2016.— 429 с.	-	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/58854.html .— ЭБС «IPR-books»
Д.2	Меденцова Н.Л.	Отопление	Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2013.— 129 с.	-	Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68812.html .— ЭБС «IPR-books»
Методические разработки					
№	Авторы, составители	Название	Издательство, год	Кол-во	Примечание
М.1	Монах С.И.	Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Тепломассообмен в системах ОВ и К» [печ + эл]	Макеевка: ДонНАСА, 2017	25	Режим доступа: http://dl.donnasa.org

Электронные образовательные ресурсы	
Э.1	http://open.ifmo.ru/wiki/Тепломассообмен_II_(2013309)
Э.2	http://www.thermophysics.ru/modules.php?name=TopicsAd&tpa=theme_cat&pa=4
Э.3	http://miceen.ru/about/intellect-sobstvennost/elektronnie-uchebno-metodicheskie-kompleksi
Э.4	www.tgv.mgsu.ru
2. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ, СПРАВОЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ, КОНТРОЛИРУЮЩИЕ И ПРОЧИЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРОГРАММЫ	
П.1	<p>http://tas-eng.ru/menu_117.html</p> <p>Программа Vent-Calc для расчета и проектирования систем вентиляции. В основе программы лежит методика гидравлического расчета воздуховодов по формулам Альтшуля, приведенным в "Справочнике проектировщика" к.т.н. И.Г. Староверова. Программа осуществляет:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подбор воздуховода для заданных условий (расход, температура и допустимая скорость движения воздуха). 2. Гидравлический расчет воздуховода. 3. На основании формул ВСН 353-86 программа осуществляет подбор и расчет элементов вентиляционных систем (ответвлений, отводов, сужений и расширений канала) то есть "местных сопротивлений", рассчитывая и коэффициенты местных сопротивлений, и фактически потери давления в [Па]. Для контроля правильности результатов расчета Вы можете воспользоваться табличными данными из ВСН 353-86 (его текст Вы найдете в каталоге с программой), программа выдает соответствующие ссылки на нужные таблицы и формулы. 4. Расчет системы естественной вентиляции, а именно программа подбирает сечение вентканала таким образом, чтобы тяга в канале была выше, чем его сопротивление при заданном расходе воздуха. 5. Расчет тепловой мощности калорифера (воздухоподогревателя). Программа Vent-Calc может быть очень полезна в целях подготовки студентов в рамках учебной программы ВУЗа. <p>Ссылка на авторов программы: http://vent-calc.ru</p> <p>Программа Кондиционер Диапазон работы программы по барометрическому давлению от 91000 Па до 101325 Па.; Диапазон работы программы по температуре от -25 0С до + 45 0С, по влагосодержанию от 0 до 25 г/кг;</p> <p>На поле рабочей формы программы выводятся информационные рисунки процесса тепловлажностной обработки воздуха на I-d диаграмме для базовых схем центральных кондиционеров, использующих камеры орошения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Прямоточный кондиционер (лето); - Прямоточный кондиционер (зима); - Кондиционер с первой рециркуляцией (лето); - Кондиционер с первой рециркуляцией (зима, вариант 1); - Кондиционер с первой рециркуляцией (зима, вариант 2). <p>Расчет теплопоступлений Программа, позволяющая выполнить расчет теплопоступлений для определения холодильной мощности оборудования кондиционирования.</p>
П.2	<p>https://www.comsol.ru/heat-transfer-module</p> <p>Модуль «Теплопередача» (Heat Transfer Module) Программное обеспечение для моделирования широкого класса задач о теплопередаче в твердых телах и жидкостях.</p>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина "Теплообмен в системах отопления, вентиляции и кондиционирования" обеспечена:

1	Мультимедийный проектор (ауд. 465, ауд. 141)
2	Ноутбук (ауд. 465, ауд. 141)

V. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Оценочные средства по дисциплине разработаны в соответствии с "Положением о фонде оценочных средств в ГОУ ВПО ДонНАСА" и являются неотъемлемой частью данной рабочей программы дисциплины.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»**

Кафедра: «Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция»

Факультет инженерных и экологических систем в строительстве

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

**"Теплообмен в системах отопления, вентиляции
и кондиционирования"**

Направление подготовки ОПОП ВО магистратуры 08.04.01 "Строительство"

Программа подготовки «Повышение эффективности систем
теплогазоснабжения и вентиляции»

Магистр

квалификация (степень) выпускника

УТВЕРЖДЁН
на заседании кафедры
«28» 08 2017 г.,
протокол № 1
Заведующий кафедрой
Лукьянов А.В.
(Ф.И.О.) (подпись)

Макеевка 2017 г.

ПАСПОРТ
фонда оценочных средств
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
"Теплообмен в системах отопления, вентиляции
и кондиционирования"

1. Модели контролируемых компетенций:

1.1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины (3 семестр):

Индекс	Формулировка компетенции
ОПК-4	способность демонстрировать знания фундаментальных и прикладных дисциплин программы магистратуры
ОПК-10	способность и готовность ориентироваться в постановке задач исследования процессов тепло и массообмена в системах отопления, вентиляции и кондиционирования, применять знания о современных методах исследования, анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию
ПК-7	способность разрабатывать физические и математические (компьютерные) модели процессов тепло- и массообмена в системах отопления, вентиляции и кондиционирования.

1.2. Сведения об иных дисциплинах (преподаваемых, в том числе на других кафедрах) и участвующих в формировании данных компетенций.

1.2.1. Компетенция ОПК-4 формируется в процессе изучения дисциплин (прохождения практик):

Б1.Б.6 Математика;

Б1.Б.7 Информатика;

Б1.Б.8 Инженерная и компьютерная графика;

Б1.Б.9 Химия;

Б1.Б.10 Физика;

Б1.Б.12 Механика. Теоретическая механика;

Б1.Б.13 Механика. Техническая механика;

Б1.Б.22 Автоматика;

Б1.Б.23 Инженерные системы и оборудование зданий. Теплогазоснабжение и вентиляция;

Б2.У.2 Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности (геодезическая, стационарная).

1.2.2. Компетенция ОПК-10 формируется в процессе изучения дисциплин (прохождения практик):

Б2.Б4 Прикладная химия;

Б1.В.ОД2 Техническая термодинамика;

Б1.В.ОД3 Тепломассообмен;

Б1.В.ДВ.3 Термодинамическая эффективность теплового оборудования и тепломассообмен-

ных процессов в нем;

Б1.В.ОД1 Техническая механика жидкости и газов;

Б1.В.ОД5 Основы обеспечения микроклимата зданий (включая теплофизику зданий);

Б1.В.ОД6 Насосы, вентиляторы и компрессоры в системах ТГВ;

Б1.В.ОД7 Отопление;

Б1.В.ОД8 Вентиляция;

Б1.В.ОД10 Кондиционирование воздуха и холодоснабжение зданий;

М2.В.ДВ.6.1 Моделирование процессов систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

М2.В.ДВ.6.2 Моделирование процессов систем ТГВ.

1.2.3. Компетенция ПК-7 формируется в процессе изучения дисциплин (прохождения практик):

Б1.Б.6 Математика;

Б1.Б.7 Информатика;

Б1.Б.10 Физика;

Б2.Б4 Прикладная химия;

Б1.В.ОД2 Техническая термодинамика;

Б1.В.ОД3 Тепломассообмен;

Б1.В.ДВ.3 Термодинамическая эффективность теплового оборудования и тепломассообменных процессов в нем;

Б1.В.ОД1 Техническая механика жидкости и газов;

Б1.В.ОД5 Основы обеспечения микроклимата зданий (включая теплофизику зданий);

Б1.В.ОД6 Насосы, вентиляторы и компрессоры в системах ТГВ;

Б1.В.ОД7 Отопление;

Б1.В.ОД8 Вентиляция;

Б1.В.ОД10 Кондиционирование воздуха и холодоснабжение зданий;

2. В результате изучения дисциплины «Теплообмен в системах отопления, вентиляции и кондиционирования» обучающийся должен:

2.1. Знать:

- основные источники научно-технической информации по технологическим особенностям процессов тепло- и массообмена производственных систем отопления, вентиляции и кондиционирования (ОПК-4);

- современную научно-техническую информацию о технологических особенностях процессов тепло- и массообмена производственных систем отопления, вентиляции и кондиционирования (ОПК-4);

- современный подход к постановке задач исследования процессов тепло и массообмена в системах отопления, вентиляции и кондиционирования (ОПК-10);

- современный подход к постановке задач исследования процессов тепло и массообмена в системах отопления, вентиляции и кондиционирования, методы анализа и синтеза результатов исследования (ОПК-10);

- современные модели усовершенствования существующих и разработки новых перспективных систем отопления, вентиляции и кондиционирования (ПК-7).

2.2. Уметь:

- применять знания фундаментальных и прикладных дисциплин для проектирования технологических систем отопления, вентиляции и кондиционирования нового поколения (ОПК-4);
- применять знания о современных методах исследования процессов тепло и массообмена в системах отопления, вентиляции и кондиционирования, анализировать, синтезировать и критически резюмировать информацию (ОПК-10);
- формулировать задачи исследования процессов тепло и массообмена в технологических системах отопления, вентиляции и кондиционирования нового поколения с использованием методов анализа и синтеза информации. (ОПК-10);
- применять на практике методы разработки физических и математических (компьютерных) моделей технологических систем отопления, вентиляции и кондиционирования с использованием современных программных средств. (ПК-7);
- разрабатывать физические и математические (компьютерные) модели процессов тепло и массопереноса в технологических системах отопления, вентиляции и кондиционирования с использованием современных программных средств (ПК-7).

2.3. Владеть:

- современными и перспективными компьютерными и информационными технологиями разработки процессов и систем отопления, вентиляции и кондиционирования (ОПК-4);
- современными и перспективными компьютерными и информационными технологиями исследований энергоэффективных процессов тепло и массопереноса в системах отопления, вентиляции и кондиционирования (ОПК-4);
- современными методами исследования энергоэффективности технологических систем отопления, вентиляции и кондиционирования (ОПК-10);
- современными методами аналитических исследований процессов тепло и массопереноса в технологических системах отопления, вентиляции и кондиционирования (ОПК-10);
- методами разработки и верификации моделей сложных систем отопления, вентиляции и кондиционирования, в которых реализуются гидродинамические, тепло- и массообменные процессы (ПК-7);
- методами разработки и верификации математических и физических моделей сложных систем отопления, вентиляции и кондиционирования, в которых реализуются гидродинамические, тепло- и массообменные процессы (ПК-7);
- культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ПК-7).

3. Программа оценивания контролируемой компетенции:

№	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или её части)	Планируемые результаты освоения компетенции	Наименование оценочного средства**
1	2	3	4	5
1.	Раздел 1. Механизмы процессов тепло и массопереноса и определение их количественных характеристик	ОПК-4 ОПК-10 ПК-7	<p>Знать: - механизмы переноса теплоты теплопроводностью, конвекцией, и тепловым излучением, их закономерности и методики определения количественных характеристик теплопереноса;</p> <ul style="list-style-type: none"> - закономерности теплообмена при кипении, парообразовании и конденсации; - от каких факторов зависит коэффициент кондуктивного теплообмена; - механизм и закономерности тепломассообмена в двухкомпонентных средах; - основной закон диффузии – закон Фика; - направление потока массы при концентрационной диффузии, термодиффузии, бародиффузии. <p>Уметь:- определять количественные и качественные характеристики процессов теплопереноса;</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять интенсивность теплообмена при изменении агрегатного состояния вещества; - определять направление потока массы и интенсивность теплопереноса в двухкомпонентных средах. <p>Владеть: - методиками определения количественных и качественных характеристик процессов теплопереноса;</p> <ul style="list-style-type: none"> - методиками определения интенсивности теплообмена при изменении агрегатного состояния вещества и интенсивности тепломассопереноса в двух-компонентных средах. 	Тест; творческое задание
	Раздел 2. Процессы тепло и массообмена в системах отопления	ОПК-4 ОПК-10 ПК-7	<p>Знать: - закономерности теплообмена на нагретой и охлажденной поверхностях в помещении и на наружной поверхности ограждения здания;</p> <ul style="list-style-type: none"> - закономерности теплопередачи как сложного вида теплообмена; 	Тест; творческое задание

		<ul style="list-style-type: none"> - особенности теплообмена в помещении при панельно-лучистом отоплении; - закономерности теплопередачи при наличии массопереноса через ограждающие конструкции; - влияние воздухопроницаемости и паропроницаемости ограждений на интенсивность теплопередачи; - закономерности теплопередачи через ограждающие конструкции при нестационарной теплопередаче; - инженерный метод расчета квацистационарной теплопроводности. Уметь: - определять интенсивность теплообмена на нагретой и охлажденной поверхностях в стационарных и нестационарных условиях; - рассчитывать интенсивность теплопередачи и теплообмена при панельно-лучистом отоплении; - рассчитывать интенсивность теплопередачи при наличии воздухопроницаемости и паропроницаемости наружных ограждающих конструкций; - рассчитывать теплоустойчивость помещений в холодный период года и теплоустойчивость ограждений в летний период. Владеть:- методиками определения теплообмена на нагретой и охлажденной поверхностях в помещении и на наружной поверхности ограждения здания; - теплопередачи через стенки любой формы; - углового коэффициента при панельно-лучистом отоплении; - методиками расчета теплопередачи при наличии массопереноса через ограждающие конструкции; - методиками расчета квацистационарной теплопроводности в наружных ограждениях. 	
--	--	--	--

	<p>Раздел 3. Тепло и массо- обмен в системах вентиляции и кондиционирования</p>	<p>ОПК-4 ОПК-10 ПК-7</p>	<p>Знать: - закономерности процессов выделения теплоты, влаги и вредных примесей в помещениях; - закономерности тепло и массообмена при испарении жидкости со свободной поверхности; - основные числа подобия тепло- и массообмена при испарении жидкости; - закономерности диффузии и теплообмена для двухкомпонентной смеси; - зависимость интенсивности массообмена от интенсивности подвода теплоты и ассимилирующей способности окружающего воздуха; - особенности тепло- и влагообмена при непосредственном контакте воздуха с поверхностью жидкости; - особенности процессов тепло-влажностной обработки воздуха при кондиционировании в летний и зимний периоды; - основное уравнение тепло и влагообмена, описывающее условия тепловлажностной обработки воздуха. Уметь: - определять потоки теплоты и массы вещества при испарении; - коэффициент диффузии для различных систем; определять интенсивность тепло и массообмена по критериальным уравнениям для определения термического и диффузионного чисел Нуссельта; - определять количество явного и скрытого тепла при кондиционировании; - температурные условия на поверхности испаряющейся воды в зависимости от гидродинамических и температурно-влажностных условий. Владеть:- методиками расчета коэффициентов диффузии для различных систем и методиками определения потоков теплоты и массы вещества при испарении; - методиками расчета интенсивности тепло и массообмена по критериальным уравне-</p>	<p>Тест; творческое задание</p>
--	--	----------------------------------	---	-------------------------------------

			<p>ниям для определения термического и диффузионного чисел Нуссельта;</p> <p>- методиками расчета процессов тепловлажностной обработки воздуха при непосредственном контакте воздуха с водой.</p>	
--	--	--	---	--

4. Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющие компетенции	Оценка сформированности компетенции					
	«неудовлетворительно» /34-0/F	«неудовлетворительно» /59-35/FX	«удовлетворительно»/69-60/E /70-74/D	«хорошо» /79-75/C	«хорошо» /89-80/B	«отлично» /100-90/A
Полнота знаний	Не верные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований	Даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок	Даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности и соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок	Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности и соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок	Даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности и соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок	Даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности и соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей
Умения	Полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще	Слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной литературе, нормативно-правовых актах	Достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах	В целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты, результаты НИР	В целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты, результаты НИР	Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты, результаты НИР
Владение навыками	Не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении	Не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении	Владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на поро-	Владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенство-	Владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессио-	Владеет опытом и выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессио-

	отдельных заданий	отдельных заданий	говым уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно	ванию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству	нальному само-совершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия	нальному само-совершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия
Обобщенная оценка сформированности компетенций	Компетенции не сформированы	Значительное количество компетенций не сформировано	Все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне	Все компетенции сформированы на среднем уровне	Все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне	Все компетенции сформированы на высоком уровне
Уровень сформированности компетенций	Нулевой	Минимальный	Пороговый	Средний	Продвинутый	Высокий

5. Перечень контрольных заданий и иных материалов, необходимых для оценки знаний, умений и навыков

5.1. Вопросы к экзамену по дисциплине:

1. Температура и теплообмен.
2. Количественные характеристики переноса теплоты.
3. Механизмы переноса теплоты: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение.
4. Отношение теплообмена к термодинамике
5. Теплообмен в помещении
6. Тепловая защита.
7. Теплопередача через наружные ограждающие конструкции.
8. Теплопередача через наружные ограждения при наличии воздухопроницаемости.
9. Теплопередача через наружные ограждения при наличии паропроницаемости.
10. Теплообмен на нагретой и охлажденной поверхностях в помещении и на наружной поверхности ограждения здания.
11. Нестационарный тепловой режим. Теплоустойчивость помещений. Теплоустойчивость ограждений.
12. Регулярный тепловой режим. Остывание и нагревание помещения.
13. Теплопередача в отопительных приборах.
14. Процессы теплообмена в теплообменниках систем отопления.
15. Теплообмен в помещении при панельно-лучистом отоплении.
16. Тепло и массо- обмен при фазовых превращениях.
17. Основные критериальные уравнения тепло- и массообмена.
18. Зависимость температуры поверхности испаряющейся жидкости от температурных и гидродинамических условий.
19. Особенности тепло- и влагообмена при непосредственном контакте воздуха с поверхностью жидкости.
20. Процессы выделения теплоты, влаги и вредных примесей в помещениях.
21. Процессы теплообмена в водяном калорифере.
22. Процессы теплообмена в приточной системе вентиляции.
23. Особенности процессов тепловлажностной обработки воздуха при кондиционировании в летний и зимний периоды.

24. Основное дифференциальное уравнение теплообмена при непосредственном контакте воздуха с водой.
25. Дифференциальное уравнение изменения состояния воздуха.

5.2. Типовые задания для тестирования

1. Тепловой баланс на нагретой поверхности в помещении соблюдается _____.
- А) в стационарных и нестационарных условиях;
- Б) только в стационарных условиях;
- В) только в нестационарных условиях.
2. Тепловой баланс на охлажденной поверхности в помещении соблюдается _____.
- А) в стационарных и нестационарных условиях;
- Б) только в стационарных условиях;
- В) только в нестационарных условиях.
3. Коэффициент теплоотдачи на внутренней поверхности помещения может быть вычислен по формуле $\alpha_{в,1} = \alpha_{л,1} + \alpha_{к,1}$, если _____.
- А) $t_R < t_{II} + t_B$;
- Б) $t_R + t_{II} = t_B$;
- В) $t_R = t_{II} = t_B$.
4. Дополните определение: «Включающий все виды теплообмена перенос теплоты из одной более нагретой воздушной среды в другую более охлажденную, через разделяющую эти среды ограждающую конструкцию, называется _____».
- А) теплопередачей;
- Б) теплоотдачей;
- В) тепловым потоком.
5. Дополните определение: «Процесс теплообмена между поверхностью ограждающей конструкции и прилегающей к ней нагретой или охлажденной воздушной средой наз. _____».
- А) теплопередачей;
- Б) теплоотдачей;
- В) тепловым потоком.
6. Как называется коэффициент численно равный количеству теплоты, проходящей в единицу времени через единицу поверхности стенки от горячего теплоносителя к холодному при разности температур между ними в 1 градус?
- А) коэффициент теплопроводности;
- Б) коэффициент теплопередачи;
- В) коэффициент теплоотдачи.
7. Коэффициент теплопередачи – характеристика конкретного процесса всегда _____:
- А) больше большего из коэффициентов теплоотдачи α_1 и α_2 ;
- Б) равен меньшему из коэффициентов теплоотдачи α_1 и α_2 ;
- В) меньше меньшего из коэффициентов теплоотдачи α_1 и α_2 .
8. Дополните утверждение: «Падение температуры в ограждающей конструкции _____».
- А) обратно пропорционально изменению термического сопротивления;
- Б) прямо пропорционально изменению термического сопротивления;

В) практически не зависит от термических сопротивлений ее слоев.

9. Дополните утверждение: «Количественно теплоустойчивость ограждения оценивают _____».

- А) коэффициентом теплопоглощения его поверхности;
- Б) коэффициентом теплоусвоения материала внутреннего слоя;
- В) коэффициентом теплоусвоения его поверхности.

10. Дополните определение: «_____ численно равен амплитуде колебаний теплового потока, воспринимаемого внутренней поверхностью ограждения при амплитуде колебаний температуры поверхности в 1К».

- А) коэффициент теплоусвоения;
- Б) коэффициент теплопоглощения;
- В) коэффициент теплоотдачи.

11. Дополните утверждение: «На распространение периодических тепловых воздействий в ограждении при нестационарных условиях основное влияние оказывают _____».

- А) теплофизические свойства конструкционных материалов всех слоев ограждения;
- Б) теплофизические свойства материала наружного слоя ограждения;
- В) теплофизические свойства материала слоя резких колебаний.

12. Дополните утверждение: «Потенциалом влагопереноса в наружных ограждающих конструкциях является _____».

- А) разность давлений на внутренней и наружной поверхности ограждения;
- Б) разность концентраций водяных паров во внутреннем и наружном воздухе;
- В) разность парциальных давлений водяных паров во внутреннем и наружном воздухе.

13. Дополните утверждение: «Потенциалом воздухопроницаемости наружных ограждающих конструкций является _____».

- А) разность давлений на внутренней и наружной поверхности ограждения;
- Б) разность концентраций водяных паров во внутреннем и наружном воздухе;
- В) разность парциальных давлений водяных паров во внутреннем и наружном воздухе.

14. Дополните определение: «_____ равен массе влаги в г, проникающей через 1 м² сечения в час при перепаде упругости водяных паров в 1МПа на 1м».

- А) коэффициент паропроницаемости;
- Б) коэффициент диффузии;
- В) коэффициент массоотдачи.

15. Наибольшими теплотерями через влагопроницаемое ограждения будут теплотери, если влага в ограждении находится в _____.

- А) жидком состоянии;
- Б) парообразном состоянии;
- В) твердом состоянии (лёд).

16. Дополните утверждение: «При теплообмене, не осложненном массообменном, в условиях естественной конвекции пользуются _____».

- А) числом Грасгофа (Gr);
- Б) числом Архимеда (Ar);
- В) числом Прандтля (Pr).

17. Дополните утверждение: «В условиях совместного тепло и массопереноса, плотность газа изменяется не только вследствие изменения температур, но в зависимости от степени насы-

щения воздуха паром, поэтому в этом случае пользуются _____».

- А) числом Грасгофа (Gr);
- Б) числом Архимеда (Ar);
- В) числом Прандтля (Pr).

18. Дополните утверждение: «Мерой подобия скоростных полей и полей концентраций в потоке является _____».

- А) диффузионное число Нуссельта (Nu');
- Б) диффузионное число Прандтля (Pr');
- В) термическое число Прандтля (Pr).

5.3. Типовые условия для решения задач:

Задача 1. Для уменьшения тепловых потерь стеной здания и повышения температуры внутренней поверхности стены во избежание сырости в помещении применена изоляция из пробки ($\lambda_{п}=0,035$ Вт/м·град) толщиной $\delta_{п}=50$ мм. Толщина кирпичной кладки $\delta_{к}=110$ мм ($\lambda_{к}=0,93$ Вт/м·град). Изоляция может быть расположена с наружной или с внутренней поверхности стены. Определить значение температуры поверхности стены на границе кирпичной кладки и тепловой изоляции для каждого варианта, если температура поверхности с наружной стороны $t_{н}=20^{\circ}\text{C}$, а с внутренней 18°C . Определить координаты изотермической поверхности с $t=0^{\circ}\text{C}$ (от внутренней поверхности).

Задача 2. Внутри воздуховода из фанеры толщиной 3 мм ($\lambda_{ф}=0,16 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{град}}$) движется воздух.

Стенки канала плоские. Температура воздуха внутри воздуховода $t_1 = 30,4^{\circ}\text{C}$, снаружи $t_2=23^{\circ}\text{C}$. Температура наружной поверхности стенки $t'' = 28^{\circ}\text{C}$. Коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности стенки к внешнему воздуху $\alpha_{н}=15 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{град}}$. Рассчитать коэффициент теплоотдачи от внутреннего воздуха к стенке воздуховода.

5.4. Типовые вопросы для творческих заданий:

1. Отношение теории теплообмена к термодинамике.
2. Какими факторами определяется интенсивность массообмена при испарении и при кипении.
3. Регулярный тепловой режим. Остывание и прогрев наружных ограждающих конструкций и влияние этих процессов на тепловой режим помещения.

5.5. Типовые вопросы для творческого рейтинга:

1. В чем состоят особенности распределения полей скоростей в пограничном слое в случае свободной и вынужденной конвекции?
2. Чем отличается уравнение теплопроводности для подвижной среды от уравнения теплопроводности для твердого тела?
3. Сформулируйте достоинства и недостатки известных Вам эмпирических формул для расчета коэффициента теплоотдачи.
4. В чем заключается основная идея приближенного метода расчета коэффициента теплоотдачи?
5. Приведите примеры практических задач теплопроводности, где встречаются внутренние источники теплоты?
6. С чем могут быть связаны ошибки при измерении температуры термопарой?
7. В каких случаях теплообмена задают граничные условия четвертого рода и в чем они состоят?

8. В чем заключается качественное отличие в изменениях температуры поверхности во времени при анализе процессов теплообмена и задании для них граничных условий 1, 2 и 3 рода?

9. Для каких процессов теплообмена следует решать сопряженные задачи теплопроводности в чем их физический смысл?

10. Что можно сказать о температурах контактирующих сред в случае неидеального теплового контакта?

11. При каких условиях решение задач теплопереноса в двухмерных и трехмерных температурных полях можно представить в виде произведения решений более простых задач?

12. Какого вида задачи теплообмена удобно решать методом разделения переменных?

13. Как связаны давления в фазах на искривленной поверхности раздела фаз?

14. Для каких технологических процессов систем отопления, вентиляции и кондиционирования важна диффузия?

15. В чем заключается фундаментальность исследований процессов тепломассообмена и какое значение имеет математическое моделирование при выполнении таких исследований?

5.6. Типовой экзаменационный билет:

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине "Теплообмен в системах отопления, вентиляции и кондиционирования"

Направление подготовки ПП магистратуры 08.04.01 "Строительство"

Программа подготовки

«Повышение эффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции»

Задание 1. Выберите один верный ответ (1 тест равен 1 баллу):

1. Процесс испарения влаги при контакте воздуха с жидкостью происходит _____:

А) только при достижении температуры жидкости температуры насыщения для данного давления;

Б) при любых температурах воздуха и жидкости отличных от 0 К;

В) только при достижении температуры воздуха температуры насыщения для парциального давления содержащихся в нем паров.

2. Как называется коэффициент численно равный количеству теплоты, проходящему в единицу времени через единицу изотермической поверхности при градиенте температуры, равном единице?

А) коэффициент теплопроводности;

Б) коэффициент теплопередачи;

В) коэффициент теплоотдачи.

3. Термическое число Прандтля (Pr) характеризует _____:

А) взаимодействие сил молекулярного трения и подъемной силы, обусловленной различием плотностей в отдельных точках неизотермического потока;

Б) меру подобия скоростных и температурных полей в потоке;

В) интенсивность теплообмена на границе твердая стенка - жидкость.

4. В какую сторону направлен поток массы согласно закону Фика?

А) в сторону более низких температур;

Б) в сторону увеличения концентрации вещества;

В) в сторону уменьшения концентрации вещества.

5. Тепловой баланс на нагретой поверхности в помещении соблюдается _____.

А) в стационарных и нестационарных условиях;

Б) только в стационарных условиях;

В) только в нестационарных условиях.

6. Дополните определение: «Включающий все виды теплообмена перенос теплоты из одной более нагретой воздушной среды в другую более охлажденную, через разделяющую эти среды ограждающую конструкцию, называется _____».

А) теплопередачей;

Б) теплоотдачей;

В) тепловым потоком.

Задание 2. Выберите правильный ответ (1 тест равен 3 баллам):

1. В рекуператорах систем вентиляции, где в качестве греющей среды применяется не сухой, а влажный воздух, происходит конденсация водяных паров, тогда коэффициент теплоотдачи α вычисляется по формуле:

А) $\bar{\alpha} = \alpha \cdot \left(1 + \frac{\Delta d \cdot r}{1000 \cdot \Delta t \cdot c_B}\right)$;

Б) $\bar{\alpha} = \frac{\overline{Nu} \cdot \lambda}{d}$;

В) $\bar{\alpha} = 0,72 \cdot \sqrt[4]{\frac{g \cdot \rho_{жс} \cdot r \cdot \lambda_{жс}^3}{\nu_{жс} \cdot d \cdot (t_n - t_{см})}}$;

2. Дополните утверждение: «Если при испарении с поверхности температура поверхности жидкости выше температуры окружающей среды по сухому термометру то _____».

А) поток теплоты направлен от поверхности жидкости в окружающую среду;

Б) поток теплоты направлен из окружающей среды к поверхности жидкости;

В) поток теплоты направлен от поверхности вглубь жидкости.

3. Дополните утверждение: «Влияние потока фильтрующегося воздуха на трансмиссионный перенос теплоты характеризуют _____».

А) расходом воздуха при фильтрации;

Б) коэффициентом порового охлаждения;

В) термическим сопротивлением всего ограждения.

4. При теплообмене излучением между двумя телами от чего зависят коэффициенты облученности φ_{12} , φ_{21} ?

А) только от формы и взаимного расположения тел;

Б) только от разницы температур между телами;

В) только от состояния их поверхности.

5. В общем уравнении плотности потока массы i -го компонента j_{mi}

$$\vec{j}_{mi} = -D \cdot \frac{\partial c_i}{\partial n} - \frac{D_T}{T} \cdot \frac{\partial t_i}{\partial n} - \frac{D_P}{P} \cdot \frac{\partial p_i}{\partial n}$$

второй член в правой части уравнения учитывает:

А) термическую диффузию;

Б) концентрационную диффузию;

В) бародиффузию.

6. В критериальных уравнениях конвективного теплообмена множитель $\left(\frac{Pr_{ж}}{Pr_{ст}}\right)^{0,25}$ учитывается _____.

А) направление теплового потока;

Б) взаимодействие скоростных и температурных полей в потоке;

В) интенсивность теплообмена на границе твердая стенка - жидкость.

Задание 3. Верное решение каждой задачи равно 8 баллам:

Задача 1. Аккумулятор холода представляет собой закрытый цилиндрический бак внутренние размеры которого следующие: диаметр 0,8 м, высота 1,4 м, толщина стенки 4 мм. Теплопроводность стали $\lambda = 48$ Вт/м·град. Бак заполнен протекающим через него раствором соли. При отсутствии изоляции потери холода составили 1850 Вт при температуре раствора $t_p = 18^\circ\text{C}$ и воздуха $t_b = 18^\circ\text{C}$. Коэффициент теплоотдачи от воздуха к стенке $\alpha_b = 11,6$ Вт/м²·град. Определить коэффициент теплоотдачи от стенки к раствору α_p .

Задача 2. Определить часовую потерю тепла паропроводом длиной 50м. Паропровод покрыт слоем изоляции «совелит» толщиной $\delta_c = 80$ мм. По паропроводу протекает насыщенный пар, давление которого $P_{абс} = 30$ бар. Внутренний диаметр паропровода $d_1 = 100$ мм, наружный – $d_2 = 108$ мм, коэффициент теплопроводности $\lambda = 52$ Вт/м·град. Коэффициент теплопроводности изоляции $\lambda_{из} = 0,058$ Вт/м·град. Температура внутренней поверхности трубы равна температуре пара, а наружной поверхности изоляции 35°C .

6. Формирование балльной оценки по дисциплине "Теплообмен в системах отопления, вентиляции и кондиционирования"

При организации обучения по кредитно-модульной системе для определения уровня знаний студентов используется модульно-рейтинговая система их оценки, которая предполагает последовательное и систематическое накопление баллов за выполнение всех запланированных видов работ.

В соответствии с "Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов при кредитно-модульной системе организации учебного процесса в Донбасской национальной академии строительства и архитектуры" (от 30.11.2015 г.) распределение баллов, формирующих рейтинговую оценку работы студента, осуществляется следующим образом:

- для дисциплин с промежуточной аттестацией в форме "экзамен":

Виды работ	Максимальное количество баллов
Посещаемость	10
Текущий контроль	40
Модульный контроль	40
Творческий рейтинг	10
ИТОГО	100
Промежуточная аттестация (зачет)	40*

* - проводится в случае:

1) несогласия студента с итоговой семестровой оценкой, соответствующей диапазону накопительных баллов 60-89 и желания её повысить;

2) если сумма накопительных баллов составляет диапазон 35-59 при условии выполнения в полном объеме заданий текущего контроля.

Посещаемость

В соответствии с утвержденным учебным планом по направлению подготовки ПП магистратуры 08.04.01 "Строительство" Программы подготовки

«Повышение эффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции» по дисциплине предусмотрено: семестр второй – 9 лекционных занятий.

За посещение одного занятия студент набирает $10/9 = 1,11$ балла.

Текущий контроль

Наименование раздела/ темы, выносимых на контроль	Форма проведения контроля		Количество баллов, максимально	
	текущий контроль	промежуточная аттестация	текущий контроль	промежуточная аттестация
Раздел 1: Темы 1-2	Тест; решение задач по теплообмену; творческое задание	ответ на экзаменационный билет	10	40
Раздел 2: Темы 3-5	Тест; решение задач по теплообмену; творческое задание		15	
Раздел 3: Темы 6-8	Тест; решение задач по теплообмену; творческое задание		15	
Всего за 2 семестр			40	40

Творческий рейтинг

Распределение баллов осуществляется по решению методической комиссии кафедры и результат распределения баллов за соответствующие виды работ представляются в виде следующей таблицы:

Наименование раздела / темы дисциплины	Вид работы	Количество баллов
Разделы 1 - 3	Подготовка научной публикации в соавторстве с преподавателем; выступление с докладом на студенческой научной конференции	10
ИТОГО		10

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по результатам изучения учебной дисциплины "Теплообмен в системах отопления, вентиляции и кондиционирования" в третьем семестре осуществляется в письменной форме по билетам, включающим тесты различных уровней сложности и две задачи.

Оценка по результатам экзамена выставляется по следующим критериям:

- правильный ответ тест с одним верным ответом – 1 балл ($1 \times 6 = 6$);
- правильный ответ на тест более высокого уровня сложности – 3 баллам ($3 \times 6 = 18$);
- правильное решение задачи – 8 баллов ($8 \times 2 = 16$).

Итого – 40 баллов.

В случае частично правильного ответа на вопрос или решение задачи, студенту на-

числяется определяемое преподавателем количество баллов.

Соответствие 100-бальной шкалы оценивания академической успеваемости государственной шкале и шкале ECTS приведено ниже

СУММА БАЛЛОВ	ШКАЛА ECTS	Оценка по государственной шкале	
		экзамен	зачёт
90-100	A	"отлично" (5)	"зачтено"
80-89	B	"хорошо" (4)	
75-79	C		
70-74	D		
60-69	E	"удовлетворительно" (3)	"не зачтено"
35-59	FX	"неудовлетворительно" (2)	
0-34	F		

