

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОУ ВПО ДОНБАССКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ СТРОИ-
ТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ**

Факультет **инженерных и экологических систем в строительстве**
Кафедра "**Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция**"

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ОД.11 «Насосы, вентиляторы и компрессоры в системах ТГВ»**

Направление подготовки ОПОП ВО – **08.03.01 «Строительство»**

Программа подготовки – **«Теплогазоснабжение и вентиляция»**

Год начала подготовки по учебному плану **2017**

Квалификация (степень) – **«Бакалавр»**

Форма обучения **заочная**

Программу составил:

к.т.н., доцент Долгов Н.В.



(подпись)

ст.преп. Демешкин В.П.



(подпись)

Рецензенты:

д.т.н., профессор Братчун В.И.



(подпись)

ГОУ ВПО ДонНАСА, профессор кафедры автомобильные дороги

д.т.н., профессор Найманов А.Я.



(подпись)

ГОУ ВПО ДонНАСА, профессор кафедры городского строительства и хозяйства

Рабочая программа дисциплины "**Насосы, вентиляторы и компрессоры в системах ТГВ**" разработана в с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования ГОС ВПО по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (уровень "Бакалавриат"). Утверждён приказом Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики от "19" апреля 2015 г. №394 и Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГСО ВО 36767) по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (уровень бакалавриата). Утвержден приказом Министерства образования и науки России от "12"марта 2015 г. № 201. Составлена на основании учебного плана: 08.03.01 Строительство (профиль "Теплогазоснабжение и вентиляция"), утвержденного Ученым Советом ГОУ ВПО ДонНАСА от 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., проф. Лукьянов А.В.


 (подпись)

30 08 2018 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2018-2019 учебном году на заседании кафедры **Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция**

Протокол от 28.08.2018 г. № 1

Зав. кафедрой: д.т.н., проф. Лукьянов А.В.

 (подпись)

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Утверждаю:

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

(подпись)

_____ 2019г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2019-2020 учебном году на заседании кафедры **Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция**

Протокол от _____ 2019 г. № ____

Зав. кафедрой: д.т.н., проф. Лукьянов А.В.

(подпись)

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Утверждаю:

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

(подпись)

_____ 2020 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры **Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция**

Протокол от _____ 2020 г. № ____

Зав. кафедрой: д.т.н., проф. Лукьянов А.В.

(подпись)

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Утверждаю:

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

(подпись)

_____ 2021г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры **Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция**

Протокол от _____ 2021 г. № ____

Зав. кафедрой: д.т.н., проф. Лукьянов А.В.

(подпись)

Содержание

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	5
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 профессионального 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	12
III. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	14
IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ, ИНФОРМАЦИОННОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
1. Рекомендуемая литература	16
2. Рекомендуемые обучающие, справочно-информационные, контролирующие и прочие компьютерные программы, используемые при изучении дисциплины	16
3. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).....	16
V. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА	17
Вопросы к экзамену / зачету / зачету с оценкой	17
Примеры тестов для текущего контроля.....	17
Примеры задач для промежуточной аттестации	18
ПРИЛОЖЕНИЯ
Приложение 1	19
Приложение 2	21
Лист регистрации изменений	22

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью учебной дисциплины «Насосы, вентиляторы и компрессоры в системах ТГВ» является подготовка высококвалифицированных специалистов путём передачи студентам теоретических основ и практических навыков по расчету, подбору, конструктивным особенностям, принципам работы, регулированию и анализу работы нагнетателей различного типа, используемых в системах теплогазоснабжения и вентиляции с учетом энергосбережения.

2. УЧЕБНЫЕ ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Задачами дисциплины являются:

- 1) формирование у студентов общего представления о принципах эффективной работы нагнетателей различных типов, в т.ч. и при работе в сети;
- 2) умение квалифицированно выполнять подбор нагнетателей и электродвигателей к ним;
- 3) изучение основных понятий, методов, приемов и средств расчета и подбора нагнетателей для систем теплогазоснабжения и вентиляции;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Данная учебная дисциплина входит в раздел «Б.1. Базовая часть», «В.ОД Обязательные дисциплины вариативной части» «Насосы, вентиляторы и компрессоры в системах ТГВ» Б1.В.ОД11

3.1 Требования к предварительной подготовке обучающихся:

Дисциплина обеспечивает логическую взаимосвязь между дисциплинами профильной направленности и действующей системой нормативно-правовых актов в области проектирования и монтажа систем теплогазоснабжения и вентиляции. Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студентов в результате обучения в средней общеобразовательной школе и в результате освоения дисциплин ООП подготовки бакалавра, из цикла «Б.1»: «Правоведение (основы законодательства в строительстве)», «Русский язык и культура речи»; «Математика», «Информатика», «Инженерная и компьютерная графика», «Химия», «Физика». Данная дисциплина предшествует дипломному проектированию.

3.2 Приобретённые компетенции после изучения предшествующих дисциплин

Для успешного освоения дисциплины "Кондиционирование воздуха и холодоснабжение зданий", студент должен:

1. Знать основные положения, полученные студентами в курсах естественнонаучных и общетехнических дисциплин: физики, механики жидкости и газа, теоретических основ теплотехники, а также профессиональных – технической термодинамики; фундаментальные основы высшей математики; основы термодинамической эффективности теплового оборудования и теплообменные процессы (ОПК-1).
2. Уметь проводить формализацию поставленной задачи на основе современного математического аппарата (ОПК-1);
3. Владеть навыками работы со справочной технической литературой (ПК-1, ПК-13); первичными навыками и основными методами решения математических задач (ОПК-2).

3.3 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Изучение дисциплины необходимо для дальнейшего изучения таких дисциплин, как: дисциплины учебного плана **бакалавриата** блока Б1В: Б1.В.ОД.12 Отопление; Б1.В.ОД.13 Вентиляция; Б1.В.ОД.14 Кондиционирование воздуха и холодоснабжение зданий; Б1.В.ОД.15 Генераторы тепла и автономное теплоснабжение зданий; Б1.В.ОД.16 Централи-

зованное теплоснабжение; Б1.В.ОД.17 Газоснабжение; учебного плана **магистратуры** блока Б1.В: Б1.В.ОД.6 Надежность систем ТГВ и пути их повышения; Б1.В.ОД.7 Реконструкция, восстановление и эксплуатация систем ТГВ; Б1.В.ОД.8 Технология специальных строительно-монтажных работ; блока Б2: Б2.Н.1 Научно-исследовательская работа; блока Б3: Государственная итоговая аттестация

4. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины должны быть сформированы следующие компетенции:

ПК-6: способностью осуществлять и организовывать техническую эксплуатацию зданий, сооружений, объектов жилищно-коммунального хозяйства, обеспечивать надежность, безопасность и эффективность их работы.

ПК-8: владением технологией, организацией, методами доводки и освоения технологических процессов строительного производства, эксплуатации, технического обслуживания, ремонтов, реконструкции и ликвидации зданий и сооружений, инженерных систем, производства строительных материалов, изделий и конструкций, машин и оборудования.

ПК-17: владением методами опытной проверки оборудования и средств технологического обеспечения.

ПК-19: способностью организовать профилактические осмотры, ремонт, приемку и освоение вводимого оборудования, составлять заявки на оборудование и запасные части, готовить техническую документацию и инструкции по эксплуатации и ремонту оборудования, инженерных систем.

ОПК-1: способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Изыскательская и проектно-конструкторская деятельность

В результате освоения компетенции **ПК-6** студент должен:

1. Знать:

- принципы организации технической эксплуатации зданий и сооружений.

2. Уметь:

- организовывать техническую эксплуатацию зданий и сооружений.

3. Владеть:

- навыками обеспечения надежности, безопасности и эффективности работы насосов, вентиляторов и компрессоров.

Изыскательская и проектно-конструкторская деятельность

В результате освоения компетенции **ПК-8** студент должен:

1. Знать:

- основные отечественные и зарубежные достижения в области насосов, вентиляторов и компрессоров.

2. Уметь:

- выбирать информацию, необходимую для выбора гидравлических машин в процессе проектирования.

3. Владеть:

- методами доводки и освоения технологических процессов строительного производства, эксплуатации, технического обслуживания, ремонтов и реконструкции инженерных систем.

Изыскательская и проектно-конструкторская деятельность

В результате освоения компетенции **ПК-17** студент должен:

1. Знать:

- лабораторное оборудование для испытаний и опытной проверки насосов, вентиляторов и компрессоров.

2. Уметь:

- пользоваться лабораторным оборудованием для осуществления испытаний насосов, вентиляторов и компрессоров.

3. Владеть:

- методами опытной проверки оборудования и средствами технологического обеспечения.

Изыскательская и проектно-конструкторская деятельность

В результате освоения компетенции **ПК-19** студент должен:

4. Знать:

- особенности подбора современных насосов, вентиляторов и компрессоров для систем различного назначения.

5. Уметь:

- составлять заявки на оборудование и запасные части, готовить техническую документацию и инструкции по эксплуатации и ремонту оборудования, инженерных систем.

6. Владеть:

- способностью организовать профилактические осмотры, ремонт, приемку и освоение вводимого в эксплуатацию оборудования.

Изыскательская и проектно-конструкторская деятельность

В результате освоения компетенции **ОПК-1** студент должен:

1. Знать:

- основные законы естествознания; закон сохранения массы; количества движения энергии; законы термодинамики;

2. Уметь:

- применять все законы естествознания, законы термодинамики, уравнения неразрывности, уравнения Эйлера для нагнетателей, применения теоремы Жуковского, теории подобия;

3. Владеть:

- навыками составления уравнения Бернулли для нагнетателя, уравнения неразрывности, уравнения Эйлера для нагнетателей, применения теоремы Жуковского, теории подобия.

5. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ

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

Промежуточная аттестация в V 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						
<p>Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачётных единиц, 108 часов. Количество часов, выделяемых на контактную работу с преподавателем (лекции, практические занятия, лабораторные работы) и самостоятельную работу студента, определяется рабочим учебным планом (на основании базового учебного плана) и календарно-тематическим планом, которые разрабатываются и корректируются ежегодно.</p>						
2. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ						
№	Наименование разделов и тем (содержание)	Сем./Курс	Час.	Компетенции	Результаты освоения (знать, уметь, владеть)	Образовательные технологии
Раздел 1 Насосы, вентиляторы и компрессоры в системах ТГВ						
1	Тема 1. Введение. Краткий исторический обзор развития нагнетателей. Роль отечественных ученых в развитии теории и практики использования нагнетателей. Классификация нагнетателей. Общие сведения. Основные понятия и определения. Основные параметры работы нагнетателей. Уравнение Бернулли. Уравнение неразрывности или сплошности потока.	5/III	2	ОПК-1	<p>Знать: основные этапы развития нагнетателей применяемых в системах ТГВ, основные параметры работы нагнетателей, понятия и определения, отечественные и зарубежные достижения в области насосов, вентиляторов и компрессоров</p> <p>Уметь: применять уравнение неразрывности или сплошности потока, уравнение Бернулли в практических целях</p> <p>Владеть: основами классификационных признаков нагнетателей, навыками составления уравнения Бернулли для нагнетателя, уравнения неразрывности или сплошности потока</p>	Л, СР
2	Тема 2. Лопастные нагнетатели. Принцип работы и основы гидродинамики лопастных нагнетателей. Назначение кожуха, диффузора и направляющего аппарата. Характеристики лопастных нагнетателей. Подобие лопастных нагнетателей. Пересчет характеристик при изменении частоты вращения рабочего колеса, плотности перемещаемой среды и размеров нагнетателя.	5/III	4	ОПК-1, ПК-17		Л, СР
3	Тема 3. Совместная работа нагнетателей. Необходимость совместной работы. Параллельное и последовательное включение нагнетателей. Построение суммарной характеристики при совместной работе нагнетателей. Анализ работы нагнетателей. Устойчивость работы. Помпаж. Регулирование нагнетателей. Необходимость регулирования. Способы регулирования.	5/III	2	ПК-17, ПК-19		Л, СР

Итого:	8	Лекции – 8; самостоятельная работа – 8
---------------	----------	---

Раздел 2. Центробежные и осевые нагнетатели						
4	Тема 4. Конструктивные особенности и классификация центробежных насосов и вентиляторов. Схема установки в системах ТГВ. Кавитация, причины возникновения и предупреждение. Допустимая высота всасывания.	5/III	2	ПК-6, ПК-8, ПК-19	<p>Знать: конструктивные особенности и классификацию центробежных и осевых нагнетателей. Понятие кавитации, допустимой высоты всасывания</p> <p>Уметь: правильно и рационально выбирать схему установки нагнетателей в системах ТГВ</p> <p>Владеть: навыками расчета и подбора нагнетателей при применении в системах ТГВ</p>	Л, СР
5	Тема 5. Конструктивные особенности и классификация осевых насосов и вентиляторов. Схема установки в системах ТГВ. Соединение с электродвигателями. Расчет и подбор по каталогам.	5/III	2	ПК-6, ПК-8, ПК-19		Л, СР
Итого:			4	Лекции – 4; самостоятельная работа – 4		
Раздел 3. Нагнетатели трения и объёмные нагнетатели						
6	Тема 6. Нагнетатели трения (вихревые и струйные) и объёмные нагнетатели (поршневые и роторные). Принцип действия. Конструктивные особенности. Область применения.	5/III	2	ПК-6, ПК-8, ПК-19	<p>Знать: конструктивные особенности, принципиальные схемы нагнетателей трения объёмных нагнетателей</p> <p>Уметь: правильно и рационально выбирать схему установки нагнетателей трения и объёмных нагнетателей в системах ТГВ</p> <p>Владеть: навыками определения области применения нагнетателей трения и объёмных нагнетателей</p>	Л, СР
Итого:			2	Лекции – 2; самостоятельная работа – 2		
Раздел 4. Выбор и установка нагнетателей						
7	Тема 7. Выбор радиальных и осевых нагнетателей. Техничко-экономические основы выбора нагнетателей для работы в сети. Подбор нагнетателей по каталогам. Учет особенностей технологического процесса и требований пожаро-взрывобезопасности при подборе нагнетателей. Подбор электродвигателей.	5/III	2	ПК-6, ПК-8, ПК-19	<p>Знать: технико-экономические основы выбора нагнетателей для работы в сети</p> <p>Уметь: выполнять подбор нагнетателей и электродвигателей к ним по каталогам и современным программам с учетом особенностей технологического процесса</p> <p>Владеть: навыками проведения мероприятий по борьбе с шумом и вибрацией, знаниями в области техники безопасности</p>	Л, СР
8	Тема 8. Нормирование шума, источники шума и вибрации. Мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией, средства снижения шума. Вентиляторы общего и специального назначения. Техника безопасно-	5/III	2	ПК-6, ПК-8, ПК-19		Л, СР

	сти и охрана труда при монтаже и эксплуатации.					
Итого:		4	Лекции – 4; самостоятельная работа – 4			
Всего:		18	Лекции – 18; самостоятельная работа – 18			
Раздел 6. Лабораторный практикум						
1	Знакомство с лабораторией, приборами, методами измерений. Техника безопасности.	5/III	2	ПК-19, ПК-17, ОПК-1	<p>Знать: приборы, оборудование и методы измерений параметров характеризующих работу насосов, вентиляторов и компрессоров; технику безопасности при проведении лабораторных работ.</p> <p>Уметь: пользоваться приборами, оборудованием.</p> <p>Владеть: методами измерений параметров характеризующих работу насосов, вентиляторов и компрессоров.</p>	ЛР
2	Основные методы измерения параметров, характеризующих работу вентиляторов, насосов и сети	5/III	4	ПК-19, ПК-17, ОПК-1	<p>Знать: устройство вентилятора и схему установки для проведения испытаний; основные параметры, характеризующие работу вентилятора и способы их измерения; методики определения расхода воздуха</p> <p>Уметь: пользоваться лабораторным оборудованием для определения основных параметров работы вентилятора, определять полное, статическое и динамическое давление на участке сети, измерять; расход воздуха в системе различными методами; мощность, потребляемую электродвигателем; частоту вращения вала вентилятора</p> <p>Владеть: навыками определения основных параметров работы вентилятора в сети, методиками определения расхода воздуха в системе</p>	ЛР
3	Определение характеристик радиального вентилятора	5/III	4	ПК-19, ПК-17, ОПК-1	<p>Знать: устройство вентилятора и схему установки для проведения испытаний; что представляет собой аэродинамическая характеристика и с какой целью она строится.</p> <p>Уметь: определять расход воздуха, полное давление вентилятора, полезную мощность и мощность на валу, полный КПД вентилятора; строить аэродинамическую характеристику</p> <p>Владеть: навыками проведения аэродинамических испытаний в лабораторных условиях, анализировать работу вентилятора в сети.</p>	ЛР
4	Работа вентилятора с сетью	5/III	4	ПК-19, ПК-17, ОПК-1	<p>Знать: что представляет собой характеристика сети, как и с какой целью она строится, что такое рабочая точка.</p> <p>Уметь: строить характеристики сети определять коэффициент гид-</p>	ЛР

					роаэродинамического сопротивления теоретически и экспериментально. Владеть: навыками использования полученной информацией для построения характеристики сети, теоретического и экспериментального определения коэффициента гидроаэродинамического сопротивления; оценивать влияние изменения параметров нагнетателя на параметры системы нагнетатель–сеть.	
5	Совместная работа вентиляторов	5/III	4	ПК-19, ПК-17, ОПК-1	Знать: случаи совместной работы нагнетателей; методику нахождения суммарной характеристики при последовательной и параллельной работе нагнетателей. Уметь: Строить характеристики при параллельной и последовательной работе нагнетателей Владеть: навыками нахождения параметров работы нагнетателей по их характеристикам и выполнять анализ совместной работы нагнетателей в сети	
Итого:			18			
Раздел 7 Практические занятия						
1	Наглядное изучение конструктивных схем, недостатков и преимуществ нагнетателей различного типа.	5/III	2	ПК-19	Знать: устройство, принципиальные отличия лопастных, объемных и струйных нагнетателей, принцип их действия и режимы работы, современное нагнетательное оборудование систем теплогазоснабжения и климатизации. Уметь: определять различные типы нагнетателей по конструктивным особенностям . Владеть: знаниями о конструктивных особенностях различных типов нагнетателей	ПР
2	Уравнение неразрывности или сплошности потока.	5/III	2	ОПК-1	Знать: уравнение неразрывности или сплошности потока, величин входящих в него и единиц измерения. Уметь: применять его в практических целях. Владеть: обоснованием применения в реальных условиях.	ПР
3	Полная характеристика нагнетателей. Подобие нагнетателей.	5/III	2	ОПК-1, ПК-6	Знать: основные характеристики законы подобия нагнетателей. Уметь: строить полные и универсальные характеристики, производить пересчет параметров нагнетателя при изменении частоты вращения рабочего колеса, плотности перемещаемой среды и размеров рабочего колеса. Владеть: методами измерений основных параметров, характеризующих работу нагнетателя.	ПР
4	Работа нагнетателя в сети. Характеристика сети.	5/III	2	ПК-17, ОПК-1	Знать: уравнение характеристики сети и способы ее построения, ме-	ПР

					тоды наложения характеристик, способы регулирования производительности. Уметь: строить характеристики сети, производить анализ работы нагнетателя в сети. Владеть: навыками определения параметров системы «нагнетатель-сеть»	
5	Подбор радиальных нагнетателей и электродвигателей к ним.	5/III	4	ОПК-1	Знать: методы подбора нагнетателей и электродвигателей к ним на основе каталогов и специальных программ. Уметь: подбирать нагнетатель с электродвигателем для работы в системах теплогазоснабжения и вентиляции по заданным параметрам. Владеть: навыками определения параметров работы нагнетателей, подбора вентиляторов по каталогам и по современным методикам с помощью специальных программ.	ПР
6	Совместная работа нагнетателей в сети.	5/III	4	ОПК-1, ПК-6	Знать: особенности основных моделей для расчета режимов, подбора и анализа работы нагнетателей в инженерных сетях. Уметь: проводить анализ эффективности работы существующего оборудования и предлагать способы ее оптимизации Владеть: навыками расчета режимов работы нагнетателей в системах ТГВ	ПР
7	Анализ производственной ситуации.	5/III	4	ОПК-1, ПК-6	Знать: основные схемы компоновки секций центрального кондиционера и системы холодоснабжения. Уметь: на практике рационально размещать основное оборудование и системы холодоснабжения в зданиях различного назначения. Владеть: способностями принимать решения при расположении кондиционера и системы холодоснабжения.	ПР
Итого			18			

3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Наименование разделов и тем	Литература
Раздел 1 Насосы, вентиляторы и компрессоры в системах ТГВ		
1	Тема 1. Введение. Краткий исторический обзор развития нагнетателей. Роль отечественных ученых в развитии теории и практики использования нагнетателей. Классификация нагнетателей. Общие сведения. Основные понятия и определения. Основные параметры работы нагнетателей. Уравнение Бернулли. Уравнение неразрывности или сплошности потока.	О-1, О-2, О-3
2	Тема 2. Лопастные нагнетатели. Принцип работы и основы гидродинамики лопастных нагнетателей. Назначение кожуха, диффузора и направляющего аппарата. Характеристики лопастных нагнетателей. Подобие лопастных нагнетателей. Пересчет характеристик при изменении частоты вращения рабочего колеса, плотности пе-	О-1, О-2, О-3

	ремещаемой среды и размеров нагнетателя.	
3	Тема 3. Совместная работа нагнетателей. Необходимость совместной работы. Параллельное и последовательное включение нагнетателей. Построение суммарной характеристики при совместной работе нагнетателей. Анализ работы нагнетателей. Устойчивость работы. Помпаж. Регулирование нагнетателей. Необходимость регулирования. Способы регулирования.	О-1, О-2, О-3
Раздел 2. Центробежные и осевые нагнетатели		
4	Тема 4. Конструктивные особенности и классификация центробежных насосов и вентиляторов. Схема установки в системах ТГВ. Кавитация, причины возникновения и предупреждение. Допустимая высота всасывания.	О-1, О-2, О-3
5	Тема 5. Конструктивные особенности и классификация осевых насосов и вентиляторов. Схема установки в системах ТГВ. Соединение с электродвигателями. Расчет и подбор по каталогам.	О-1, О-2, О-3
Раздел 3. Нагнетатели трения и объёмные нагнетатели		
6	Тема 6. Нагнетатели трения (вихревые и струйные) и объёмные нагнетатели (поршневые и роторные). Принцип действия. Конструктивные особенности. Область применения.	О-1, О-2, О-3,
Раздел 4. Выбор и установка нагнетателей		
7	Тема 7. Выбор радиальных и осевых нагнетателей. Технико-экономические основы выбора нагнетателей для работы в сети. Подбор нагнетателей по каталогам. Учет особенностей технологического процесса и требований пожаро-взрывобезопасности при подборе нагнетателей. Подбор электродвигателей.	О-1, О-2, О-3, Д-1
8	Тема 8. Нормирование шума, источники шума и вибрации. Мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией, средства снижения шума. Вентиляторы общего и специального назначения. Техника безопасности и охрана труда при монтаже и эксплуатации.	О-1, О-2, О-3

III. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

3.1	В процессе освоения дисциплины "Насосы, вентиляторы и компрессоры в системах ТГВ" используются следующие образовательные технологии:				
	лекции (Л), практические занятия (ПЗ), лабораторные работы (ЛР), индивидуальные (групповые) академические консультации (АК), самостоятельная работа студентов (СР) по выполнению различных видов заданий.				
3.2	В процессе освоения дисциплины используются следующие интерактивные образовательные технологии: анализ конкретных ситуаций (АКС), лекция-визуализация (ЛВ), проблемная лекция (ПЛ).				
	Лекционный материал представлен в виде слайд-презентации в формате "Power Point". Для наглядности используются материалы различных технических бюллетеней, справочных брошюр, информационных листков, а также натурные образцы нагнетателей. При изложении теоретического материала используются такие принципы и законы 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 Насосы, вентиляторы и компрессоры в системах ТГВ					
1	Тема 1. Введение. Краткий исторический обзор развития нагнетателей. Роль отече-	2	Л	ПЛ	ОПК-1

	ственных ученых в развитии теории и практики использования нагнетателей. Классификация нагнетателей. Общие сведения. Основные понятия и определения. Основные параметры работы нагнетателей. Уравнение Бернулли. Уравнение неразрывности или сплошности потока.				
2	Тема 2. Лопастные нагнетатели. Принцип работы и основы гидродинамики лопастных нагнетателей. Назначение кожуха, диффузора и направляющего аппарата. Характеристики лопастных нагнетателей. Подобие лопастных нагнетателей. Пересчет характеристик при изменении частоты вращения рабочего колеса, плотности перемещаемой среды и размеров нагнетателя.	4	Л	ПЛ	ОПК-1, ПК-17
3	Тема 3. Совместная работа нагнетателей. Необходимость совместной работы. Параллельное и последовательное включение нагнетателей. Построение суммарной характеристики при совместной работе нагнетателей. Анализ работы нагнетателей. Устойчивость работы. Помпаж. Регулирование нагнетателей. Необходимость регулирования. Способы регулирования.	2	Л	ПЛ	ПК-17, ПК-19
Раздел 2. Центробежные и осевые нагнетатели					
4	Тема 4. Конструктивные особенности и классификация центробежных насосов и вентиляторов. Схема установки в системах ТГВ. Кавитация, причины возникновения и предупреждение. Допустимая высота всасывания.	2	Л	ЛВ	ПК-6, ПК-8, ПК-19
5	Тема 5. Конструктивные особенности и классификация осевых насосов и вентиляторов. Схема установки в системах ТГВ. Соединение с электродвигателями. Расчет и подбор по каталогам.	2	Л	ЛВ	ПК-6, ПК-8, ПК-19
Раздел 3. Нагнетатели трения и объёмные нагнетатели					
6	Тема 6. Нагнетатели трения (вихревые и струйные) и объёмные нагнетатели (поршневые и роторные). Принцип действия. Конструктивные особенности. Область применения.	2	Л	ЛВ	ПК-6, ПК-8, ПК-19
Раздел 4. Выбор и установка нагнетателей					
7	Тема 7. Выбор радиальных и осевых нагнетателей. Техно-экономические основы выбора нагнетателей для работы в сети. Подбор нагнетателей по каталогам. Учет особенностей технологического процесса и требований пожаро-взрывобезопасности при подборе нагнетателей. Подбор электродвигателей.	2	Л	АКС	ПК-6, ПК-8, ПК-19
8	Тема 8. Нормирование шума, источники шума и вибрации. Мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией, средства снижения шума. Вентиляторы общего и специального назначения. Техника безопасности и охрана труда при монтаже и эксплуатации.	2	Л	АКС	ПК-6, ПК-8, ПК-19

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

1. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА					
Основная литература					
№	Авторы, составители	Название	Издательство, год	Кол-во	Примечание
О.1	Поляков В.В., Скворцов Л.С..	Насосы и вентиляторы	М.: Стройиздат, 1990 г.		Эл. ресурс
О.2	Бромлей М.Ф.	Бромлей М.Ф.	М.: Стройиздат, 1971 г.		Эл. ресурс
О.3	М.П. Калинушкин	Насосы и вентиляторы: учебное пособие для вузов	М.: Высшая школа, 1987		Эл. ресурс
Дополнительная литература					
№	Авторы, составители	Название	Издательство, год	Кол-во	Примечание
Д.1	ФГУЛ «СантехНИИпроект»	Руководство по подбору радиальных вентиляторов АЗ-1036	Москва, 2004		Эл. ресурс
Методические разработки					
№	Авторы, составители	Название	Издательство, год	Кол-во	Примечание
М.1	Демешкин В.П, Головач Ю.А.	Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Насосы, вентиляторы и компрессоры в системах ТГВ» для студентов специальности 08.03.01 дневной формы обучения	ДонНАСА, 2016		Эл. ресурс
Электронные образовательные ресурсы					
Э.1	http://www.abok.ru				
Э.2	http://www.aircon.ru				
2. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ОБУЧАЮЩИЕ, СПРАВОЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ, КОНТРОЛИРУЮЩИЕ И ПРОЧИЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРОГРАММЫ					
П 1	Программа расчета и подбора радиальных вентиляторов (ВЕЗА)				
П 2	Электронный каталог оборудования ВЕЗА				
3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)					
Дисциплина обеспечена:					
1	Экран ELIT SCREENS M113NWS12 200x220 для демонстрации слайдов, проектор ViewSonic (ауд.465)				
2	Ноутбук ASUS 1245 (ауд.465)				
3	Лабораторное оборудование для проведения лабораторных работ (ауд. 140): вентилятор Ц 14-46 №3,15; вентилятор Ц 4-70 №2,5; микроманометр ЦАГИ; микроманометр ММН; анемометр чашечный; анемометр крыльчатый; барометр; пневмометрическая трубка; тахометр, коллектор ЦАГИ, компрессор КД-3, компрессор УК-1М, центробежный насос, сопло Вентури, психрометр Асмана.				

V. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Оценочные средства по дисциплине разработаны в соответствии с "Положением о фонде оценочных средств в ГОУ ВПО ДонНАСА".	
1. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)	
Согласно учебному плану, по дисциплине курсовая работа не предусмотрена.	
2. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ	
1. Классификация нагнетателей по конструктивным особенностям и по принципу действия.	
2. Область применения, классификация, принцип действия, конструктивная схема и назначение основных элементов радиальных нагнетателей.	
3. Область применения, принцип действия, конструктивная схема и назначение основных элементов осевых	

- нагнетателей.
4. Область применения, принцип действия, конструктивная схема и назначение основных элементов вихревых нагнетателей.
 5. Область применения, принцип действия, конструктивная схема и назначение основных элементов диаметральных нагнетателей.
 6. Область применения, классификация, принцип действия, конструктивная схема и назначение основных элементов поршневых нагнетателей.
 7. Область применения, классификация, принцип действия, конструктивная схема и назначение основных элементов струйных нагнетателей.
 8. Уравнение неразрывности или сплошности потока.
 9. Основные параметры работы нагнетателей.
 10. Область применения нагнетателей различных видов.
 11. Универсальные характеристики.
 12. Вентиляторы общего и специального назначения.
 13. Характеристики лопастных нагнетателей.
 14. Подобие лопастных нагнетателей.
 15. Уравнение характеристики сети.
 16. Метод наложения характеристик.
 17. Присоединение нагнетателя к сети.
 18. Параметры совместной работы нагнетателя и сети. Анализ совместной работы нагнетателя и сети.
 19. Параллельное включение нагнетателей.
 20. Последовательное включение нагнетателей.
 21. Работа нагнетателя в сети.
 22. Устойчивость работы лопастных нагнетателей. Помпаж.
 23. Формулы для пересчета параметров лопастных нагнетателей при изменении числа оборотов рабочего колеса и объемной массы перемещаемой среды.
 24. Явление кавитации. Причины и последствия возникновения. Допустимая высота всасывания насосов?
 25. Радиальные вентиляторы.
 26. Центробежные насосы.
 27. Центробежные компрессоры.
 28. Осевые вентиляторы.
 29. Осевые насосы.
 30. Осевые компрессоры.
 31. Диаметральные вентиляторы.
 32. Регулирование нагнетателей. Дросселирование.
 33. Регулирование нагнетателей изменением частоты вращения и относительной скорости.
 34. Корпус, диффузор и направляющий аппарат.
 35. Вихревые нагнетатели.
 36. Струйные аппараты.
 37. Поршневые нагнетатели.
 38. Правила выбора нагнетателей и требования нормативных документов, которые необходимо соблюдать при выборе нагнетателей.
 39. Установка нагнетателей.
 40. Шум нагнетателей. Параметры шума. Методы снижения уровня шума нагнетателей.
 41. Вибрация нагнетателей. Причины возникновения. Методы снижения уровня вибрации нагнетателей.

3. ПРИМЕРЫ ТЕСТОВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

Как ведет себя теоретическая характеристика радиального вентилятора, если угол выхода $\beta_2=90^\circ$?

- а) убывает;*
- б) возрастает;*
- в) не меняется.*

Какой из дисков рабочего колеса нагнетателя может иметь коническую форму?

- а) задний;*
- б) средний;*
- в) передний.*

Каковы преимущества нагнетателей с лопатками, загнутыми вперед?

- а) наиболее высокие напоры и подачи;*
- б) малошумность;*
- в) реверсивность.*

Какой вид характеристики определяет аэродинамические качества только одного вентилятора определенного размера во всем диапазоне частот вращения?

- а) безразмерная;*
- б) аэродинамическая;*
- в) индивидуальная.*

4. ПРИМЕРЫ ЗАДАЧ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Задача 1. Вентилятор, работая на какую-то сеть воздуховодов с частотой вращения $n_1 = 850$ мин⁻¹, обеспечивает подачу $Q_1 = 6000$ м³/ч при полном давлении $P_1 = 70$ кГс/м² при $\eta = 75\%$. Какие будут подача Q_2 , давление P_2 и потребляемая мощность N_2 вентилятора, если увеличить его частоту вращения до $n_2 = 1150$ об/мин?

Задача 2. Вентилятор с колесом $D_{\text{ном}} = 630$ мм развивает расход $Q_1 = 7500$ м³/ч и давление $P_1 = 650$ Па при $\eta = 0,78$. Чему будут равны Q_2 , P_2 и N_2 , если у этого вентилятора заменить рабочее колесо на колесо с $D = 1,1D_{\text{ном}}$?

ФОРМИРОВАНИЕ БАЛЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формирование балльной оценки по дисциплине "Насосы, вентиляторы и компрессоры в системах ТГВ"

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 (экзамен)	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 объёме заданий текущего контроля.

1. Посещаемость

В соответствии с утверждённым учебным планом по направлению 08.03.01 "Строительство", профиль "Теплогазоснабжение и вентиляция" по дисциплине предусмотрено:

• семестр пятый – 9 лекционных, 9 лабораторных и 9 практических занятий, всего 27. За посещение одного занятия студент набирает $10/27=0,37$ балла.

2. Текущий и модульный контроль

Наименование раздела/ темы, выносимых на контроль	Форма проведения контроля		Количество баллов, максимально	
	текущий контроль	модульный контроль	текущий контроль	модульный контроль
Модуль 1: Тема 1-4	защита лабораторных и практических работ	блиц-опрос	20	25
Модуль 2: Тема 5-9	защита лабораторных и практических работ	блиц-опрос	20	15
Всего			40	40

3. 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
Тема. Способы снижения энергопотребления насосов, вентиляторов и компрессоров. Основные отечественные и зарубежные достижения в области насосов, вентиляторов и компрессоров	Подготовка научной публикации в соавторстве с преподавателем; написание реферата	5
	Подготовка и выступление с докладом на студенческой научной конференции	5
ИТОГО		10

4. Промежуточная аттестация

Экзамен по результатам изучения учебной дисциплины в пятом семестре осуществляется в письменной форме по экзаменационным билетам, включающим два теоретических вопроса и одну задачу.

Оценка по результатам экзамена выставляется по следующим критериям:

- правильный ответ на первый вопрос – 10 баллов;
- правильный ответ на второй вопрос – 10 баллов;
- правильное решение первой задачи – 20 баллов;

Итого – 40 баллов.

В случае частично правильного ответа на вопрос или решение задачи, студенту начисляется определяемое преподавателем количество баллов.

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

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

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

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 "Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция"

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине «Насосы, вентиляторы и компрессоры в системах ТГВ»
Направление «08.03.01 Строительство»
Профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»

- 1.1. Как классифицируются гидравлические машины?
- 1.2. В чем состоит принцип действия объемных нагнетателей?
- 1.3. В чем состоит принцип действия лопастных нагнетателей?
- 2.1. Что такое совмещенные характеристики нагнетателей?
- 2.2. Что такое безразмерные характеристики нагнетателей?
- 2.3. Как выполняется пересчет параметров подобных нагнетателей по диаметру рабочего колеса?
3. Задача.

Вентилятор, работая на какую-то сеть воздухопроводов с частотой вращения $n_1 = 850$ мин⁻¹, обеспечивает подачу $Q_1 = 6000$ м³/ч при полном давлении $P_1 = 70$ кГс/м² при $\eta = 75\%$. Какие будут подача Q_2 , давление P_2 и потребляемая мощность N_2 вентилятора, если увеличить его частоту вращения до $n_2 = 1150$ об/мин?

Утверждено на заседании кафедры « 28 » 08 2017 года, протокол № 1

Заведующий кафедрой _____ Лукьянов А.В.
(подпись) (Ф.И.О.)

