

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский государственный архитектурно-строительный университет»
(ФГБОУ ВО «КГАСУ»)



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по НИР

Е.А.Вдовин

« 24 » 09 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ДВ.1.2 «Тепломассообмен в системах обработки воздуха
производственных помещений»**
индекс, наименование дисциплины по учебному плану

Направление подготовки
08.06.01 ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА
код и наименование направления подготовки

Направленность (профиль)
**«Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха,
газоснабжение и освещение»**
наименование направленности подготовки

Уровень высшего образования
подготовка кадров высшей квалификации

Квалификация выпускника:
«Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Форма обучения
очная, заочная

Год набора 2015, 2017, 2018

Кафедра
«Теплоэнергетики, газоснабжения и
вентиляции»

г. Казань – 2018 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 08.06.01 *Техника и технологии строительства* (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от «30» июля 2014г. № 873 и рабочим учебным планом КазГАСУ.

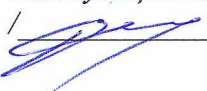
Разработал:
Доцент кафедры
«Теплоэнергетики, газоснабжения и вентиляции»
канд. техн. наук, доцент Зиганшин А.М.

Рассмотрена и одобрена на заседании
кафедры «Теплоэнергетики, газоснабжения и вентиляции»

«04» 09 2018г.

Протокол № 1

Заведующий кафедрой


/  / Садыков Р.А. /

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии
института строительных технологий и инженерно-экологических систем

«24» 09 2018г.

Протокол № 6

/  / Солдатов Д.А. /

Руководитель ОПОП

/  / Сафиуллин Р.Г. /

Аннотация рабочей программы дисциплины

<p>Дисциплина «Тепломассообмен в системах обработки воздуха производственных помещений»</p> <p><i>место дисциплины – базовая/вариативная часть, дисциплина по выбору</i></p> <p><i>Блока 1. Дисциплины (модули), трудоемкость - 2 ЗЕ/ 72 часа</i></p> <p><i>форма промежуточной аттестации – зачет с оценкой</i></p>	
<p><i>Цель освоения дисциплины</i></p>	<p>формирование и углубление уровня освоения у аспирантов компетенций в области современных теорий, методов расчета, подходов к конструированию новых и реконструкции систем и сооружений обработки воздуха производственных зданий, и их элементов.</p>
<p><i>Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – Владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства (ОПК-1) – Способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области строительства (ОПК-6) – Способность создавать и развивать инновационные методы расчета и рационального проектирования систем газоснабжения, теплоснабжения и вентиляции; Способность разрабатывать модели явлений и объектов, относящихся к системам газоснабжения, теплоснабжения и вентиляции с учетом энергосберегающих мероприятий (ПК-3) – Способность разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок по совершенствованию, оптимизации, повышению надежности систем газоснабжения, теплоснабжения и вентиляции (ПК-4)
<p><i>Знания, умения и навыки, получаемые в процессе освоения дисциплины</i></p>	<p style="text-align: center;">Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – инновационные методы расчета и средства моделирования элементов систем обработки воздуха производственных помещений с учетом энергосберегающих мероприятий – методологию теоретических и экспериментальных исследований в области теплообмена в системах обработки воздуха производственных помещений – основные методики проведения научных исследований и разработок по совершенствованию элементов систем обработки воздуха производственных помещений – способы разработки новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области теплообмена в системах обработки воздуха производственных помещений <p style="text-align: center;">Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать инновационные методы расчета и средства моделирования элементов систем обработки воздуха производственных помещений с учетом энергосберегающих мероприятий – использовать методологию теоретических и экспериментальных исследований в области теплообмена в системах обработки воздуха производственных помещений – использовать основные методики проведения научных

	<p>исследований и разработок по совершенствованию элементов систем обработки воздуха производственных помещений</p> <ul style="list-style-type: none"> – разрабатывать новые методы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области тепломассообмена в системах обработки воздуха производственных помещений <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – инновационными методами расчета и средствами моделирования элементов систем обработки воздуха производственных помещений с учетом энергосберегающих мероприятий – методологией теоретических и экспериментальных исследований в области тепломассообмена в системах обработки воздуха производственных помещений – новыми методами исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области тепломассообмена в системах обработки воздуха производственных помещений – основными методиками проведения научных исследований и разработок по совершенствованию элементов систем обработки воздуха производственных помещений
<p><i>Краткая характеристика дисциплины (основные блоки и темы)</i></p>	<p>Раздел 1. Основы вычислительной гидродинамики (CFD)</p> <p>Тема: Введение. Вычислительная гидродинамика как синтез теории и эксперимента. Общая характеристика коммерческих пакетов программ CFD</p> <p>Тема: Основы вычислительной гидродинамики. Часть 1. Основные понятия механики жидкости и газа, используемые как базовые в вычислительной гидродинамике. Силы внутреннего трения. Линии и трубки тока. Движение жидкой частицы сплошной среды. Тензор скоростей деформации. Вихревое и безвихревое (потенциальное) течение. Потенциал скорости. Циркуляция скорости</p> <p>Тема: Основы вычислительной гидродинамики. Часть 2. Изучение характеристик движения жидкости на основе метода Лагранжа и метода Эйлера. Условие неразрывности для элементарной струйки и потока конечного размера</p> <p>Тема: Основы вычислительной гидродинамики. Часть 3. Уравнения движения Эйлера. Исходные упрощения. Напряжения в движущейся вязкой жидкости. Соотношения между напряжениями и скоростями деформаций. Уравнения Навье – Стокса. Режимы движения. Турбулентный поток. Модель Рейнольдса – Буссинеска</p> <p>Тема: Основы вычислительной гидродинамики. Часть 4. Проблема замыкания системы уравнений Рейнольдса. Цепочка уравнений Келлера – Фридмана. Длина пути смещения по Прандтлю. Плотность кинетической энергии пульсаций и энергия диссипации вихрей. Постулаты Колмогорова К-41.</p> <p>Тема: Основы вычислительной гидродинамики. Часть 5. Модели турбулентности в рамках RANS. Моделирование по методам LES, DNS. Сравнение по вычислительному ресурсу.</p> <p>Раздел 2 Основы теории переноса вещества в многокомпонентной системе</p> <p>Тема: Перенос вещества в многокомпонентной системе. Уравнения массопередачи. Средние движущие силы. Коэффициенты массоотдачи. Единицы переноса. Многокомпонентный гетерогенный поток. Движение частицы под действием сил сопротивления и</p>

тяжести. Модели сцепления. Осаждение частиц в прямолинейных и кольцевых каналах, на препятствиях. Характеристики пористых и электрофильтров. Параметры, влияющие на электрофильтрацию частиц.

Тема: Схемы термообезвреживания токсичных выбросов. Область применения схем. Стехиометрические уравнения и балансовые расчеты сжигания топлива с отработанным воздухом. Реакции в углеводородном пламени.

Раздел 3. Использование CFD в исследованиях систем очистной обработки воздуха производственных помещений

Тема: Области применения CFD. Использование инновационных компьютерных технологий в научных исследованиях при проектировании новых, реконструкции существующих систем очистной обработки воздуха производственных помещений

ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Тепломассообмен в системах обработки воздуха производственных помещений» является формирование и углубление уровня освоения у аспирантов компетенций в области современных теорий, методов расчета, подходов к конструированию новых и реконструкции систем и сооружений обработки воздуха производственных зданий, и их элементов.

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования (далее – ОПОП ВО) подготовки кадров высшей квалификации по направлению подготовки 08.06.01 *Техника и технологии строительства*, направленность (профиль) подготовки *Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение* аспирант должен овладеть следующими результатами по дисциплине «Тепломассообмен в системах обработки воздуха производственных помещений».

Таблица 1.1.

Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Наименование компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства	Знать: методологию теоретических и экспериментальных исследований в области тепломассообмена в системах обработки воздуха производственных помещений
		Уметь: использовать методологию теоретических и экспериментальных исследований в области тепломассообмена в системах обработки воздуха производственных помещений
		Владеть: методологией теоретических и экспериментальных исследований в области тепломассообмена в системах обработки воздуха производственных помещений
ОПК-6	Способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области строительства	Знать: способы разработки новых методов исследования и их применения в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области тепломассообмена в системах обработки воздуха производственных помещений
		Уметь: разрабатывать новые методы исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области тепломассообмена в системах обработки воздуха производственных помещений
		Владеть: новыми методами исследования и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области тепломассообмена в системах обработки воздуха производственных помещений

Код компетенции	Наименование компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-3	Способность создавать и развивать инновационные методы расчета и рационального проектирования систем газоснабжения, теплоснабжения и вентиляции; Способность разрабатывать модели явлений и объектов, относящихся к системам газоснабжения, теплоснабжения и вентиляции с учетом энергосберегающих мероприятий	Знать: инновационные методы расчета и средства моделирования элементов систем обработки воздуха производственных помещений с учетом энергосберегающих мероприятий
		Уметь: использовать инновационные методы расчета и средства моделирования элементов систем обработки воздуха производственных помещений с учетом энергосберегающих мероприятий
		Владеть: инновационными методами расчета и средствами моделирования элементов систем обработки воздуха производственных помещений с учетом энергосберегающих мероприятий
ПК-4	Способность разрабатывать методики, планы и программы проведения научных исследований и разработок по совершенствованию, оптимизации, повышению надежности систем газоснабжения, теплоснабжения и вентиляции	Знать: основные методики проведения научных исследований и разработок по совершенствованию элементов систем обработки воздуха производственных помещений
		Уметь: использовать основные методики проведения научных исследований и разработок по совершенствованию элементов систем обработки воздуха производственных помещений
		Владеть: основными методиками проведения научных исследований и разработок по совершенствованию элементов систем обработки воздуха производственных помещений

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Тепломассообмен в системах обработки воздуха производственных помещений» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» рабочего учебного плана.

Входные знания, умения и компетенции, необходимые для изучения данного курса, формируются в процессе изучения таких дисциплин, как: «Методология научно-исследовательской деятельности». Взаимосвязь курса с другими дисциплинами ОПОП способствует углубленной подготовке аспирантов к решению специальных практических профессиональных задач и формированию необходимых компетенций.

Дисциплина «Тепломассообмен в системах обработки воздуха производственных помещений» изучается в 2 семестре на 1 курсе при очной форме обучения, в 2 семестре на 1 курсе при заочной форме обучения.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

Таблица 3.1.

Для аспирантов очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Форма текущего контроля успеваемости
			Аудиторные занятия		Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7
1	Основы вычислительной гидродинамики (CFD)	2	12	-	5	Устный опрос
2	Основы теории переноса вещества в многокомпонентной системе	2	4	-	5	Устный опрос
3	Использование CFD в исследованиях систем очистной обработки воздуха производственных помещений	2	2	10	34	Устный опрос, Практическая задача
	ИТОГО:		18	10	44	Зачет с оценкой

Таблица 3.2.

Для аспирантов заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Форма текущего контроля успеваемости
			Аудиторные занятия		Самостоятельная работа	
			Лекции	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7
1	Основы вычислительной гидродинамики (CFD)	2	6	-	5	Устный опрос
2	Основы теории переноса вещества в многокомпонентной системе	2	1	-	5	Устный опрос
3	Использование CFD в исследованиях систем очистной обработки воздуха производственных помещений	2	1	8	46	Устный опрос, Индивидуальное задание
	ИТОГО:		8	8	56	Зачет с оценкой

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Содержание дисциплины структурируется по темам (разделам) с указанием отведенных на них количества академических часов и видов учебных занятий для очной и заочной формы обучения.

Таблица 4.1.1.

Содержание занятий лекционного типа для очной форме обучения

№ п/п	Номер раздела	Тема и содержание занятия	Объем, академ. часы
1	Раздел 1.	Тема: Введение. Вычислительная гидродинамика как синтез теории и эксперимента. Общая характеристика коммерческих пакетов программ CFD	2
2		Тема: Основы вычислительной гидродинамики. Часть 1. Основные понятия механики жидкости и газа, используемые как базовые в вычислительной гидродинамике. Силы внутреннего трения. Линии и трубки тока. Движение жидкой частицы сплошной среды. Тензор скоростей деформации. Вихревое и безвихревое (потенциальное) течение. Потенциал скорости. Циркуляция скорости	2
3		Тема: Основы вычислительной гидродинамики. Часть 2. Изучение характеристик движения жидкости на основе метода Лагранжа и метода Эйлера. Условие неразрывности для элементарной струйки и потока конечного размера	
4		Тема: Основы вычислительной гидродинамики. Часть 3. Уравнения движения Эйлера. Исходные упрощения. Напряжения в движущейся вязкой жидкости. Соотношения между напряжениями и скоростями деформаций. Уравнения Навье – Стокса. Режимы движения. Турбулентный поток. Модель Рейнольдса – Буссинеска	2
5		Тема: Основы вычислительной гидродинамики. Часть 4. Проблема замыкания системы уравнений Рейнольдса. Цепочка уравнений Келлера – Фридмана. Длина пути смешения по Прандтлю. Плотность кинетической энергии пульсаций и энергия диссипации вихрей. Постулаты Колмогорова К-41.	2
6		Тема: Основы вычислительной гидродинамики. Часть 5. Модели турбулентности в рамках RANS. Моделирование по методам LES, DNS. Сравнение по вычислительному ресурсу.	2
7	Раздел 2.	Тема: Перенос вещества в многокомпонентной системе. Уравнения массопередачи. Средние движущие силы. Коэффициенты массоотдачи. Единицы переноса. Многокомпонентный гетерогенный поток. Движение частицы под действием сил сопротивления и тяжести. Модели сцепления. Осаждение частиц в прямолинейных и кольцевых каналах, на препятствиях. Характеристики пористых и электрофильтров. Параметры, влияющие на электрофильтрацию частиц.	2
8		Тема: Схемы термообезвреживания токсичных выбросов. Область применения схем. Стехио-метрические уравнения и балансовые расчеты сжигания топлива с отработанным воздухом. Реакции в углеводородном пламени.	2
9	Раздел 3.	Тема: Области применения CFD. Использование инновационных компьютерных технологий в научных исследованиях при проектировании новых, реконструкции существующих систем очистной обработки воздуха производственных помещений	2
		ИТОГО	18

Таблица 4.1.2.

Содержание занятий лекционного типа для заочной форме обучения

№ п/п	Номер раздела	Тема и содержание занятия	Объем, академ. часы
1	Раздел 1.	Тема: Введение. Вычислительная гидродинамика как синтез теории и эксперимента. Общая характеристика коммерческих пакетов программ CFD	6
2		Тема: Основы вычислительной гидродинамики. Часть 1. Основные понятия механики жидкости и газа, используемые как базовые в вычислительной гидродинамике. Силы внутреннего трения. Линии и трубки тока. Движение жидкой частицы сплошной среды. Тензор скоростей деформации. Вихревое и безвихревое (потенциальное) течение. Потенциал скорости. Циркуляция скорости	
3		Тема: Основы вычислительной гидродинамики. Часть 2. Изучение характеристик движения жидкости на основе метода Лагранжа и метода Эйлера. Условие неразрывности для элементарной струйки и потока конечного размера	
4		Тема: Основы вычислительной гидродинамики. Часть 3. Уравнения движения Эйлера. Исходные упрощения. Напряжения в движущейся вязкой жидкости. Соотношения между напряжениями и скоростями деформаций. Уравнения Навье – Стокса. Режимы движения. Турбулентный поток. Модель Рейнольдса – Буссинеска	
5		Тема: Основы вычислительной гидродинамики. Часть 4. Проблема замыкания системы уравнений Рейнольдса. Цепочка уравнений Келлера – Фридмана. Длина пути смешения по Прандтлю. Плотность кинетической энергии пульсаций и энергия диссипации вихрей. Постулаты Колмогорова K-41.	
6		Тема: Основы вычислительной гидродинамики. Часть 5. Модели турбулентности в рамках RANS. Моделирование по методам LES, DNS. Сравнение по вычислительному ресурсу.	
7	Раздел 2.	Тема: Перенос вещества в многокомпонентной системе. Уравнения массопередачи. Средние движущие силы. Коэффициенты массоотдачи. Единицы переноса. Многокомпонентный гетерогенный поток. Движение частицы под действием сил сопротивления и тяжести. Модели сцепления. Осаждение частиц в прямолинейных и кольцевых каналах, на препятствиях. Характеристики пористых и электрофильтров. Параметры, влияющие на электрофильтрацию частиц.	1
8		Тема: Схемы термообезвреживания токсичных выбросов. Область применения схем. Стехио-метрические уравнения и балансовые расчеты сжигания топлива с отработанным воздухом. Реакции в углеводородном пламени.	
9	Раздел 3.	Тема: Области применения CFD. Использование инновационных компьютерных технологий в научных исследованиях при проектировании новых, реконструкции существующих систем очистной обработки воздуха производственных помещений	1
ИТОГО			8

Таблица 4.2.1.

Содержание занятий семинарского типа очной формы обучения

№ п/п	Номер раздела	Тема и содержание практического занятия	Объем, академ. часы
1		Тема: Применение компьютерного (математического) моделирования для анализа изучаемого аспирантом объекта исследований. 1.1 Проверка остаточных знаний у аспирантов. Рассмотрение индивидуальных задач. Алгоритм составления программы численного эксперимента.	4
2	Раздел 3.	Тема: Применение компьютерного (математического) моделирования для анализа изучаемого аспирантом объекта исследований. 1.2 Реализация программы численного эксперимента. 1.2.1. Выбор расчетной схемы и построение расчетной сетки в препроцессоре 1.2.2. Перенос модели в расчетный комплекс, адаптация и устранение сеточной зависимости 1.2.3. Выполнение расчетов 1.2.4. Анализ полученных результатов, оценка физичности и погрешности 1.2.5. Перенос и обработка результатов в постпроцессоре Tecplot 1.2.6. Перенос и обработка данных формата Tecplot в Excel, AutoCAD, CorelDRAW	4
3		Тема: Сопоставление полученных зависимостей с существующими. Выявление диапазонов характеристик, требующих опытного уточнения или подтверждения. Разработка и оптимизация программы натурального эксперимента.	2
ИТОГО			10

Таблица 4.2.2.

Содержание занятий семинарского типа очной формы обучения

№ п/п	Номер раздела	Тема и содержание практического занятия	Объем, академ. часы
1		Тема: Применение компьютерного (математического) моделирования для анализа изучаемого аспирантом объекта исследований. 1.1 Проверка остаточных знаний у аспирантов. Рассмотрение индивидуальных задач. Алгоритм составления программы численного эксперимента.	2
2	Раздел 3.	Тема: Применение компьютерного (математического) моделирования для анализа изучаемого аспирантом объекта исследований. 1.2 Реализация программы численного эксперимента. 1.2.1. Выбор расчетной схемы и построение расчетной сетки в препроцессоре 1.2.2. Перенос модели в расчетный комплекс, адаптация и устранение сеточной зависимости 1.2.3. Выполнение расчетов 1.2.4. Анализ полученных результатов, оценка физичности и погрешности 1.2.5. Перенос и обработка результатов в постпроцессоре Tecplot 1.2.6. Перенос и обработка данных формата Tecplot в Excel, AutoCAD, CorelDRAW	4

№ п/п	Номер раздела	Тема и содержание практического занятия	Объем, академ. часы
3		Тема: Сопоставление полученных зависимостей с существующими. Выявление диапазонов характеристик, требующих опытного уточнения или подтверждения. Разработка и оптимизация программы натурального эксперимента.	2
ИТОГО			8

Таблица 4.3.

Самостоятельная работа аспиранта

№ п/п	Номер раздела	Вид самостоятельной работы аспиранта	Содержание работы	Объем, академ. часы	
				Очн.	Заочн.
1	1-3	Систематизация имеющейся информации	Работа с конспектом лекции	5	5
2	1-3	Самостоятельное изучение дополнительного материала по изучаемым темам	Поиск и сбор информации в интернет-источниках, базах данных, работа с учебной, справочной и научной литературой с целью подготовки к семинарам	10	15
3	3	Подготовка к занятиям семинарского типа (практическим занятиям)	изучение лекционного материала, выполнение домашнего индивидуального задания	15	20
4	1-3	Подготовка к сдаче зачета	Повторение и закрепление изученного материала	14	16
ИТОГО				44	56

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Виды и формы контроля по дисциплине

Контроль уровня усвоения знаний, освоенных умений и приобретенных навыков (владений) осуществляется в рамках текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации аспирантов в КГАСУ.

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится при изучении теоретического материала, выполнения заданий на практических занятиях. Текущему контролю подлежит посещаемость аспирантами аудиторных занятий и работа на занятиях.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине «Тепломассообмен в системах обработки воздуха производственных помещений») является промежуточная аттестация в форме зачета, проводимая с учетом результатов текущего контроля.

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Код контролируемой компетенции (или ее части)	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Наименование оценочного средства
ОПК-1	Раздел 1. Основы вычислительной гидродинамики (CFD) Раздел 2. Основы теории переноса вещества в многокомпонентной системе	<i>ответы на занятия</i>
ОПК-6	Раздел 3. Использование CFD в исследованиях систем очистной обработки воздуха производственных помещений	<i>ответы на занятия, зачет</i>
ПК-3	Раздел 3. Использование CFD в исследованиях систем очистной обработки воздуха производственных помещений	<i>ответы на занятия, зачет</i>
ПК-4	Раздел 3. Использование CFD в исследованиях систем очистной обработки воздуха производственных помещений	<i>ответы на занятия, индивидуальные задания, зачет</i>

5.2. Типовые задания и материалы для оценки сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины

5.2.1. Оценочные средства для проведения текущей аттестации

Темы индивидуальных заданий

1. Провести численное моделирование воздухообмена в помещении с явными теплоизбытками.
2. Провести моделирование воздухообмена в помещении с влаговыведениями.
3. Провести моделирование воздухообмена в помещении с газовыведениями.
4. Провести численное моделирование течения воздуха в пылесадительной камере.
5. Численно смоделировать и исследовать поток пылевоздушной смеси в канале
6. Численно смоделировать и исследовать поток пылевоздушной смеси в пылесадительной камере
7. Численно смоделировать и исследовать поток пылевоздушной смеси в помещении
8. Численно смоделировать и исследовать распространение диффузионного потока вредности в помещении

Этапы выполнения задания:

1. Построить расчетную область (2D, 3D).
2. Настроить решатель.
3. Провести итерации, адаптации и исследование на «сеточную сходимость»
4. Обработать результаты численного решения, построить требуемые зависимости.
5. Подготовить отчет об исследовании. Аппроксимация результатов. Составить выводы.

5.2.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Общая характеристика коммерческих пакетов программ CFD.
2. Линии и трубки тока
3. Вихревое и безвихревое (потенциальное) течение
4. Методы изучения характеристик движения жидкости Лагранжа и Эйлера
5. Условие неразрывности для элементарной струйки и потока конечного размера

6. Уравнения движения Эйлера. Исходные упрощения
7. Соотношения между напряжениями и скоростями деформаций в движущейся вязкой жидкости
8. Уравнения Навье – Стокса
9. Режимы движения
10. Турбулентный поток. Модель Рейнольдса – Буссинеска
11. Проблема замыкания системы уравнений Рейнольдса. Цепочка уравнений Келлера – Фридмана
12. Длина пути смешения по Прандтлю
13. Плотность кинетической энергии пульсаций и энергия диссипации вихрей. Постулаты Колмогорова K-41
14. Модели турбулентности в рамках RANS
15. Моделирование по методам LES, DNS
16. Уравнения массопередачи.
17. Модели движения одиночной частицы в гетерогенном потоке. Силы, действующие на частицу
18. Модели движения группы частиц. Модели сцеплений
19. Осаждение частиц в прямолинейных каналах
20. Осаждение частиц в кольцевых каналах, на препятствиях
21. Осаждение частиц на препятствиях
22. Характеристики пористых фильтров. Параметры, влияющие на фильтрацию частиц
23. Характеристики электрофильтров. Параметры, влияющие на электрофильтрацию частиц
24. Термообезвреживание токсичных выбросов. Область применения
25. Реакции в углеводородном пламени. Методы моделирования в рамках вычислительных комплексов CFD.

5.3. Критерии оценивания уровня сформированности компетенций

Оценка результатов обучения по дисциплине «Тепломассообмен в системах обработки воздуха производственных помещений» в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время зачета с оценкой.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается. Что полученная оценка за компонент проверяемой в билете дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной дисциплины.

Таблица 5.2.

Критерии оценивания

Оценка	Критерии
«отлично»	Наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме пройденного программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и стройное изложение материала при ответе, знание дополнительно рекомендованной литературы
«хорошо»	Наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала
«удовлетворительно»	Наличие твердых знаний пройденного материала, изложение ответов с ошибками, необходимость дополнительных вопросов, правильные

Оценка	Критерии
	действия по применению знаний на практике
«неудовлетворительно»	Наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неточность ответов на дополнительные вопросы.

6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1.

Список основной литературы

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	2	3
1.	Федорова Н.Н. Моделирование гидрогазодинамических процессов в ПК ANSYS 17.0 [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Н. Федорова, С.А. Вальгер, Ю.В. Захарова. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2016. — 169 с. — 978-5-7795-0798-1. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68793.html	ЭБС IPRbooks
2.	Бурцев С.А. Моделирование течения воздуха в лабиринте с применением программного комплекса Star-CD [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Вычислительная теплопередача и гидродинамика» / С.А. Бурцев, К.С. Егоров. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010. — 36 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/31090.html	ЭБС IPRbooks
3.	Теоретические основы пылегазоочистки: Учебное пособие. Зиганшин М.Г. Казань: Изд-во КГАСУ, 2005. – 262 с.	220

Таблица 6.2.

Список дополнительной литературы

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	2	3
1.	Терехов В.И. Тепломассоперенос и гидродинамика в газокапельных потоках [Электронный ресурс] : монография / В.И. Терехов, М.А. Пахомов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2009. — 282 с. — 978-5-7782-1157-5. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45177.html	ЭБС IPRbooks

6.3. Методические указания по дисциплине

1. Зиганшин А.М. Вычислительная гидродинамика. Построение расчетных сеток в препроцессоре Gambit. Казань: КГАСУ, 2011. – 34с.
2. Зиганшин А.М. Вычислительная гидродинамика. Постановка и решение задач в процессоре Fluent. Казань: КГАСУ, 2013. – 79с.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Страница кафедры «ТЭГВ» на сайте КГАСУ
2. <http://www.cfd-online.com/> – форум CFD (на англ.).
3. <http://web.stanford.edu/class/me469b/handout.html> - курс по Gambit и Fluent (на англ.)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса:

1. Использование электронной информационно-образовательной среды университета
2. Применение средств мультимедиа при проведении лекций и практических занятий для визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных видео-фильмов
3. Оформление индивидуальных заданий (рефератов)...
4. Автоматизация поиска информации посредством использования справочных систем
5. Организация взаимодействия с аспирантами с помощью ЭИОС, электронной почты.

При освоении данной дисциплины предусмотрено использование следующего специального программного обеспечения:

1. текстовый редактор Microsoft Word;
2. электронные таблицы Microsoft Excel;
3. презентационный редактор Microsoft Power Point.
4. Ansys Fluent® (студ.лиц.)

В ходе реализации целей и задач дисциплины аспиранты могут использовать возможности современных профессиональных база данных (в том числе международных реферативных база данных научных изданий) и информационных справочных систем:

1. <http://pravo.gov.ru> – Официальный интернет-портал правовой информации
2. <http://www.consultant.ru> - Справочная правовая система «Консультант Плюс»
3. <http://www.garant.ru> - Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
4. <http://elibrary.ru/> - Электронная научная библиотека
5. <http://e.lanbook.com/> - Электронно-библиотечная система «Лань»
6. www.scopus.com - библиографическая и реферативная база данных
7. <http://www.protoart.ru/> - портал о строительстве и архитектуре.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина *«Тепломассообмен в системах обработки воздуха производственных помещений»* изучается в течение 2 семестра. При планировании и организации времени, необходимого на изучение обучающимся дисциплины, необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

Таблица 8.1.

Рекомендации по организации самостоятельной работы аспиранта

Вид учебных занятий	Организация деятельности аспиранта
<p style="text-align: center;">Занятия лекционного типа (лекции)</p>	<p>В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. В ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на практическое занятие. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью.</p> <p>Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Аспирант может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы. Преподаватель может рекомендовать аспирантам следующие основные формы записи информации: план (простой и развернутый), выписки, тезисы. Результаты конспектирования могут быть представлены в различных формах. План - это схема прочитанного материала, краткий (или подробный) перечень вопросов, отражающих структуру и последовательность материала. Подробно составленный план вполне заменяет конспект. Конспект - это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов: План-конспект - это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении. Текстуальный конспект - это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника. Свободный конспект - это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом. Тематический конспект - составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то схеме (вопросу).</p>
<p style="text-align: center;">Занятия семинарского типа (практические занятия)</p>	<p>Важной составной частью учебного процесса в вузе являются практические занятия. Цели практических занятий: помочь обучающимся систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера; научить аспирантов приемам решения практических задач, способствовать овладению навыками и умениями выполнения расчетов, графических и других видов заданий; научить работать с книгой, служебной документацией и схемами, пользоваться справочной и научной литературой; формировать умение учиться самостоятельно, т.е. овладевать методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля. Структура практического занятия (чаще всего) включает следующие компоненты:</p>

Вид учебных занятий	Организация деятельности аспиранта
	<p>1. вступление педагога;</p> <p>2. ответы на вопросы аспирантов по неясному учебному материалу;</p> <p>3. практическая часть как плановая;</p> <p>4. заключительное слово педагога.</p> <p>Во вступительной части педагог объявляет тему практического занятия, ставит цели и его задачи, проверяет исходный уровень готовности аспирантов к практическому занятию (выполнение тестов, контрольные вопросы и т.п.). Ответы на вопросы аспирантов по неясному учебному материалу могут возникнуть в процессе их подготовки к занятию. Педагог должен ответить на вопросы и дать дополнительные объяснения по проблемам, возникшим у аспирантов, назвать источники информации. Практическая часть может включать обсуждение рефератов, дискуссии, решение задач, доклады, тренировочные упражнения, наблюдения, эксперименты. Кроме того, на данном этапе может быть организована групповая работа, работа в микрогруппах; индивидуальные выступления (с презентацией, решение педагогических задач) и др. В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретает практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. Ввиду трудоемкости подготовки к практическому занятию преподавателю следует предложить аспирантом алгоритм действий, рекомендовать еще раз внимательно прочитать записи лекций и уже готовый конспект по теме семинара, тщательно продумать свое устное выступление. На практическом занятии каждый его участник должен быть готовым к выступлению по всем поставленным в плане вопросам, проявлять максимальную активность при их рассмотрении. Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к репродуктивному уровню (простому воспроизведению текста), не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного. При этом аспирант может обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать знание художественной литературы и искусства, факты и наблюдения современной жизни и т.д.</p>
Самостоятельная работа	Важной частью самостоятельной работы является изучение основной литературы, ознакомление с дополнительной литературой, выполнение индивидуального задания.
Подготовка к зачету	Подготовка к зачету предполагает изучение основной и дополнительной литературы, изучение конспекта лекций.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 9.1.

Требования к условиям реализации дисциплины

№ п./п.	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лекции	Специальные помещения для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: мультимедийный проектор, мобильный ПК (ноутбук), экран
2	Практические занятия	Специальные помещения для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: мультимедийный проектор, мобильный ПК (ноутбук)
		Компьютерный класс с выходом в Интернет	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения: ПК, лицензионное программное обеспечение
3	Самостоятельная работа обучающихся	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (компьютерный класс библиотеки)	Специализированная учебная мебель, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета