

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1162768	Моделирование процессов тепломассообмена и газодинамики в системах теплогазоснабжения и вентиляции

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Энергоэффективные системы теплогазоснабжения и вентиляции	Код ОП 1. 08.04.01/33.05
Направление подготовки 1. Строительство	Код направления и уровня подготовки 1. 08.04.01

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Денисов Михаил Александрович	доктор технических наук, старший научный сотрудник	Профессор	теплогазоснабжения и вентиляции

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Моделирование процессов теплообмена и газодинамики в системах теплогазоснабжения и вентиляции

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуле изучаются современные компьютерные средства моделирования процессов теплогазоснабжения и вентиляции, основанные на решении дифференциальных уравнений с частными производными. Дисциплина вырабатывает навыки решения практических задач по специальности в различных пакетах прикладных программ, применяемых в научных исследованиях и на производстве (ANSYS, SolidWorks и др.). Теоретический материал по моделированию систем даётся на лекционных занятиях, закрепляется на практических занятиях, при выполнении домашних и контрольных работ. Знания и умения, полученные в ходе изучения дисциплины, позволят обучающимся в дальнейшем создавать численные модели процессов, выполнять исследования и расчеты реальных систем теплогазоснабжения и вентиляции.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Моделирование процессов теплообмена и газодинамики в системах теплогазоснабжения и вентиляции	5
ИТОГО по модулю:		5

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Моделирование процессов теплообмена и	ОПК-1 - Способен формулировать и решать научно-исследовательские,	З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и инженерных наук

<p>газодинамики в системах теплогазоснабжения и вентиляции</p>	<p>технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общеинженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы</p>
	<p>ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и</p>

		<p>математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели</p>
	<p>ПК-1 - Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий</p>	<p>З-1 - Знать расчетные модели, используемые в программных пакетах для моделирования особенностей объектов</p> <p>У-1 - Выбирать расчетные компьютерные модели, учитывающие особенности реальных объектов строительной инженерии</p> <p>П-1 - Иметь опыт расчетного моделирования, тестирования моделей и анализа работы строительных объектов профессиональной компетенции</p> <p>Д-1 - Проявить мотивацию и творческий подход в исследовательской деятельности</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Моделирование процессов
теплообмена и газодинамики в
системах теплогазоснабжения и вентиляции

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Денисов Михаил Александрович	доктор технических наук, старший научный сотрудник	Профессор	теплогазоснабжен ия и вентиляции

Рекомендовано учебно-методическим советом института Строительства и Архитектуры

Протокол № 1 от 04.09.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Общие принципы постановки задач инженерного анализа технологических объектов.	Тепловой анализ, гидрогазодинамика. Основные уравнения. Основные численные методы решения задач: метод конечных разностей (МКР), метод конечных объемов (МКО), метод конечных элементов (МКЭ).
P2	Программные комплексы инженерного анализа.	Основные понятия САПР. CAD, CAE, CAM - проектирование. Сравнительный анализ программных комплексов: ANSYS CFX, ANSYS FLUENT, SolidWorks. Структура пакетов, расчетные процедуры, нагрузки, домены, распараллеливание расчетов.
P3	Препроцессинг. Создание геометрических электронных моделей объектов в КОМПАС-3D, SolidWorks и Design Modeler.	Особенности вычислительного процесса в программных комплексах. Подготовительные операции, создание геометрической модели, импорт геометрии. Работа в ANSYS DesignModeler, КОМПАС-3D и SolidWorks. Особенности подготовки модели при вычислениях в ANSYS и SolidWorks.
P4	Работа в препроцессоре.	Определение регионов. Построение расчетной сетки в ANSYS Meshing и ANSYS ICEM CFD. Задание материалов и граничных условий.
P5	Процесс решения.	Запуск решателя. Управление вычислительным процессом.
P6	Постпроцессинг.	Просмотр результатов решения. Визуализация полей. Особенности вычислительного процесса в ANSYS и SolidWorks.

P7	Примеры решения задач в ANSYS-CFX и ANSYS FLUENT.	Решение стационарных и нестационарных задач гидрогазодинамики. Модели турбулентности, горения, радиационного теплопереноса и массопереноса. Особенности расчета пограничных слоев. Совместное решение задач гидрогазодинамики, тепло и массопереноса.
P8	Моделирование тепловых процессов.	Решение практических задач теплогазоснабжения и вентиляции (междисциплинарный анализ, составные объекты). Тестирование и верификация решений.
P9	Выполнение исследовательской работы.	Проведение расчетный исследований. Генерация отчетов. Верификация, оптимизация, обработка наблюдений и оформление отчетов.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование процессов теплообмена и газодинамики в системах теплогазоснабжения и вентиляции

Электронные ресурсы (издания)

1. Свистунов, В. М.; Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства : учебник для вузов.; Политехника, Санкт-Петербург; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/94832.html> (Электронное издание)
2. Алямовский, А. А.; SolidWorks Simulation: инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации : практическое пособие.; ДМК Пресс, Москва; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577763> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Денисов, М. А.; Математическое моделирование теплофизических процессов. ANSYS и CAE - проектирование : учебное пособие.; УрФУ, Екатеринбург; 2011 (5 экз.)
2. Денисов, М. А.; Компьютерное проектирование. КОМПАС-3D : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014 (3 экз.)
3. Денисов, М. А.; Компьютерное проектирование ANSYS : учебное пособие.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2014 (1 экз.)
4. Денисов, М. А.; Ч. 1 : учебное пособие.; УМЦ УПИ, Екатеринбург; 2022 (4 экз.)
5. Алямовский, А. А.; SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации; БХВ-Петербург, Санкт-Петербург; 2015 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Бруйка В.А. Инженерный анализ в ANSYS Workbench: Учеб. пособ. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2010 — С. 271. Режим доступа: <http://smart-torrent.org> Книга - В. А. Бруйка и др. / Инженерный анализ в Ansys Workbench в 2-х частях (2010,2013) [PDF].

2. Федорова, Н. Н. Моделирование гидрогазодинамических процессов в ПК ANSYS 17.0 : учеб. пособие/ Н. Н. Федорова, С. А. Вальгер, Ю. В. Захарова ; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2016. – 168 с.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование процессов тепломассообмена и газодинамики в системах теплогазоснабжения и вентиляции

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM ANSYS Academic Research EM (5 task)

		Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM ANSYS Academic Research Electronics Thermal (1 task)