

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Набережночелнинский институт (филиал)
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Физическое моделирование и конструирование сложных тепломассообменных систем

Направление подготовки: 13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергоменеджмент

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
 - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
 - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
 - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Саубанов Р.Р. (Кафедра высокоэнергетических процессов и агрегатов, Отделение информационных технологий и энергетических систем), RRSaubanov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-7	способностью планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- методы построения моделей физических теплоэнергетических процессов;
- основные численные методы решения краевых задач;
- классификацию уравнений математической физики, особенности их решения;
- методы построения моделей для задач на собственные значения и их численные реализации.

Должен уметь:

- строить математические модели для различных объектов на основе механических, теплофизических физических подходов;
- оценивать достоверность моделей, выбирать наилучшие подходы к моделированию, уметь классифицировать модели и находить способы их совершенствования;
- применять математические методы к исследованию построенных моделей и получению нужных результатов;
- эффективно использовать современные информационные и коммуникационные технологии для моделирования.

Должен владеть:

- методами векторной алгебры, теории матриц, решения обычных систем дифференциальных уравнений, дифференциальных уравнений в частных производных и интегральных уравнений, разностными, проекционными, вариационными и итерационными методами;
- стандартными численными методами, методами аппроксимации и интерполяции, методами построения, оптимизации и отладки алгоритмов и программ в средах программирования;
- методами моделирования с использованием стандартных пакетов про-грамм для электродинамики, механики и других приложений;
- методами компьютерной обработки и представления информации.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять полученные навыки в производстве.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.4 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника (Энергоменеджмент)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 8 часа(ов), практические занятия - 28 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 72 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Применение CAD систем в задачах тепломассопереноса	3	1	4	0	14
2.	Тема 2. Пакет программ Star CCM+	3	1	6	0	14
3.	Тема 3. Tutorial_STAR-CCM_Теплоперенос.	3	2	6	0	14
4.	Тема 4. Tutorial_STARCCM_тепловому излучению.	3	2	6	0	14
5.	Тема 5. Tutorial_STAR-CCM_Многокомпонентный поток.	3	2	6	0	16
	Итого		8	28	0	72

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Применение CAD систем в задачах тепломассопереноса

Применение CAD систем в задачах тепломассопереноса. Зачем это нужно. Области применения CAD систем. Виды CAD систем. Программные обеспечения. Построение сеток: Методология построения сеток в STAR-CCM+ обеспечивает простую и надёжную автоматизацию всех процессов, от создания начальной геометрии до построения сеток. Каждый шаг в процессе генерации сеток может быть выполнен в последовательном порядке, или же самостоятельно, со стандартным набором пользовательских параметров.

Тема 2. Пакет программ Star CCM+

Пакет программ Star CCM+ . Введение. Возможности программы. Типы решаемых задач. Технические требования. STAR-CCM+ имеет технологии решения широкого ряда физических задач с использованием разделного или сопряжённого решателя. Используя интерактивное дерево с моделями, можно легко определить физический континуум для каждой жидкой или твёрдой среды на интуитивно понятной иерархической основе.

Тема 3. Tutorial_STAR-CCM_Теплоперенос.

Импортирование сетки и присваивание имени расчету. Определение физических моделей. Задание свойств материалов. Задание начальных и граничных условий. Расчет. Визуализация решения и составления отчета. Решение находится под непрерывным контролем пользователя, обеспечивая точность результатов и эффективное использование компьютерных ресурсов.

Тема 4. Tutorial_STARCCM_тепловому излучению.

Импортирование сетки и присваивание имени расчету. Определение физических моделей. Задание свойств материалов. Задание начальных и граничных условий. Расчет. Визуализация решения и составления отчета. STAR-CCM+ позволяет отслеживать решение на любом этапе моделирования с динамическим обновлением результатов. По мере выполнения расчёта и развития решения пользователь может постоянно отображать данные и на ходу изменять настройки решателя. Это означает, что решение находится под непрерывным контролем пользователя, обеспечивая точность результатов и эффективное использование компьютерных ресурсов.

Тема 5. Tutorial_STAR-CCM_Многокомпонентный поток.

Импортирование сетки и присваивание имени расчету. Определение физических моделей. Задание свойств материалов. Задание начальных и граничных условий. Расчет. Визуализация решения и составления отчета. STAR-CCM+ имеет широкий ряд визуальных инструментов, помогающих получить полное представление о конструкции на основе результатов. Простая в использовании интегрированная среда STAR-CCM+ позволяет быстро и без особых усилий пользователя исследовать поток, тепловое поле, электрическое поле и поле напряжений и, соответственно, оценить эффективность конструкции. Программа для 3D просмотра, STAR-View+, обеспечивает обмен данными между всей организацией и может встраиваться в Microsoft Word, Excel и PowerPoint.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 3			
	Текущий контроль		
1	Письменная работа	ПК-7	1. Применение CAD систем в задачах тепломассопереноса 2. Пакет программ Star CCM+ 3. Tutorial_STAR-CCM_Теплоперенос. 4. Tutorial_STARCCM_тепловому излучению. 5. Tutorial_STAR-CCM_Многокомпонентный поток.
2	Устный опрос	ПК-7	5. Tutorial_STAR-CCM_Многокомпонентный поток.
3	Проверка практических навыков	ПК-7	4. Tutorial_STARCCM_тепловому излучению.
	Зачет	ПК-7	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Семестр 3					
Текущий контроль					
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	2
Проверка практических навыков	Продемонстрирован высокий уровень освоения навыков, достаточный для успешного решения задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован хороший уровень освоения навыков, достаточный для решения большей части задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован удовлетворительный уровень освоения навыков, достаточный для решения отдельных задач профессиональной деятельности.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень освоения навыков, недостаточный для решения задач профессиональной деятельности.	3
	Зачтено		Не зачтено		
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 3

Текущий контроль

1. Письменная работа

Темы 1, 2, 3, 4, 5

1. Метод наименьших квадратов.
2. Метод моментов.
3. Метод обобщенных взвешенных невязок.
4. Неполный метод Галеркина.
5. Методы решения интегральных уравнений.
6. Многошаговые прямые и явные и неявные методы интегрирования задач Коши.
7. Метод функций Грина для эллиптических задач.
8. Метод функций Грина для параболических задач.
9. Метод функций Грина для волновых уравнений.
10. Метод Рунге-Кутты .

2. Устный опрос

Тема 5

1. Метод Эйлера и Штермера интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений.
2. Метод конечных элементов для моделирования граничных задач.
3. Моделирования сред и границ областей в электродинамических моделях.
4. Метод граничных элементов для моделирования.
5. Метод преобразования Лапласа (операторный метод) для моделирования процессов.
6. Метод конечных разностей в пространственной и пространственно-временной областях.
7. Метод Эйлера и Штермера интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений.

8. Методы моделирования в электронике, уравнения движения.
9. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений.
10. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка.
11. Моделирование стохастических процессов.
12. Моделирование на основе интегральных уравнений.

3. Проверка практических навыков

Тема 4

1. Понятие модели, математическое моделирование, типы моделей
2. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений.
3. Спектральный метод и Метод интеграла Фурье для моделирования физических процессов.
4. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка.
5. Модели электродинамического уровня для электромагнитных явлений.
6. Метод преобразования Лапласа (операторный метод) для моделирования физических процессов.
7. Представление полей в математических моделях электродинамического уровня.
8. Моделирование сред и границ областей в электродинамических моделях.
9. Метод частичных областей в электродинамике.
10. Метод интеграла Дюамеля для моделирования воздействия на линейную систему.
11. Приближенные модели в электродинамике, их сравнительные характеристики.
12. Методы моделирования распространения импульсов в линиях передачи и средах.
13. Методы моделирования в электронике, уравнения движения.
14. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений.

Зачет

Вопросы к зачету:

1. Понятие модели, математическое моделирование, типы моделей
2. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений.
3. Спектральный метод и Метод интеграла Фурье для моделирования физических процессов.
4. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка.
5. Модели электродинамического уровня для электромагнитных явлений.
6. Метод преобразования Лапласа (операторный метод) для моделирования физических процессов.
7. Представление полей в математических моделях электродинамического уровня.
8. Моделирование сред и границ областей в электродинамических моделях.
9. Метод частичных областей в электродинамике.
10. Метод интеграла Дюамеля для моделирования воздействия на линейную систему.
11. Приближенные модели в электродинамике, их сравнительные характеристики.
12. Методы моделирования распространения импульсов в линиях передачи и средах.
13. Методы моделирования в электронике, уравнения движения.
14. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений.
15. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка.
16. Моделирование стохастических процессов.
17. Моделирование на основе интегральных уравнений.
18. Метод Эйлера и Штермера интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений.
19. Метод конечных элементов для моделирования граничных задач.
20. Моделирование сред и границ областей в электродинамических моделях.
21. Метод граничных элементов для моделирования.
22. Метод преобразования Лапласа (операторный метод) для моделирования процессов.
23. Метод конечных разностей в пространственной и пространственно-временной областях.
24. Метод Эйлера и Штермера интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 3			
Текущий контроль			
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	30
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	2	10
Проверка практических навыков	Практические навыки проверяются путём выполнения обучающимися практических заданий в условиях, полностью или частично приближенных к условиям профессиональной деятельности. Проверяется знание теоретического материала, необходимое для правильного совершения необходимых действий, умение выстроить последовательность действий, практическое владение приёмами и методами решения профессиональных задач.	3	10
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

eLIBRARY.RU - НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

ЭБС "Консультант студента" - <https://biblioclub.ru>

ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - <http://www.studentlibrary.ru>

Электронно-библиотечная система znanium.com - <http://znanium.com>

Электронно-библиотечная система Издательства Лань - <https://e.lanbook.com>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала преподаваемым преподавателем. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. В конце семестра у студента должен быть конспект лекций на все пройденные темы.
практические занятия	Во время практических занятий будут решены задачи по теме пройденных лекций. Во время пары практических занятий минимум один студент на одно занятие будет выводиться к доске для разбора решения задачи. Также для дополнительного понятия темы будут выдаваться задачи для решения на дом. Для стимуляции студентов при решении задач будут выставляться дополнительные баллы.
самостоятельная работа	Начиная подготовку к занятию, необходимо, прежде всего, указать студентам страницы в конспекте лекций, разделы учебников и учебных пособий, чтобы они получили общее представление о месте и значении темы в изучаемом курсе. Затем следует рекомендовать им поработать с дополнительной литературой, сделать записи по рекомендованным источникам.
устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.
письменная работа	Суть письменной работы состоит в том, что, студент должен на заданную тематику в письменной форме изложить краткое содержание материала данный преподавателем во время лекционных занятий. Работа должна быть конструктивна, логична и охватить всю тематику выданным преподавателем студенту на письменную работу.
проверка практических навыков	Проверка практических навыков и знаний должна подразумевать постоянную обратную связь обучающегося и преподавателя по данной дисциплине, который следит за работой и помогает им сосредоточить внимание на отработке практических навыков в рамках изучаемой темы. Проверку практических навыков преподаватель может проводить как индивидуально, так и по распределенным группам.
зачет	Зачет нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Он проводится в устной или письменной форме по перечню, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" и магистерской программе "Энергоменеджмент".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.4 Физическое моделирование и конструирование
сложных тепломассообменных систем

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергоменеджмент

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Основная литература:

1. Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] / Н. В. Голубева. - Москва: Лань', 2016. - 191 с.: В ЭБС 'Лань'. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=76825
2. Основы компьютерного моделирования наносистем [Электронный ресурс] / И.М. Ибрагимов, Ю.Ф. Назаров [и др.]. - Москва: Лань, 2010. - 376 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=156.
3. Калиткин Н.Н. Численные методы [Электронный ресурс] : учебное пособие /Н. Н. Калиткин. - 2, исправленное.. - СПб : Издательство 'БХВ-Петербург', 2015. - 587 с. - ISBN 9785977525756.-Режим доступа: <http://znanium.com/go.php?id=944508>.
4. Димитриенко, Ю.И. Метод ленточных адаптивных сеток для численного моделирования в газовой динамике [Электронный ресурс] / Ю.И. Димитриенко, В.П. Котенев, А.А. Захаров. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2011. ? 280 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59617>.

Дополнительная литература:

1. Бланк А.В. Электротепловые расчеты установок электронагрева на основе универсальных каскадных схем замещения / А.И. Инкин, А.И. Алиферов, А.В. Бланк. - Новосибирск: НГТУ, 2013. - 302 с.: 60x90 1/16. - (Монографии НГТУ). (п) ISBN 978-5-7782-2304-2, 3000 экз. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/490045>.
2. Высоцкий, Л.И. Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.И. Высоцкий, Г.Р. Коперник, И.С. Высоцкий. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2014. ? 64 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/44842>.
3. Поршнев, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Поршнев. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2011. ? 736 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/650>.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.4 Физическое моделирование и конструирование
сложных тепломассообменных систем

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергоменеджмент

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.