

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ С.Т. Князев

«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Перечень сведений о рабочей программе дисциплины	Учетные данные
Образовательная программа Проектирование и эксплуатация атомных станций	Код ОП 14.05.02/01.01 Учебный план № 5111
Направление подготовки Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг	Код направления подготовки и уровня образования
Уровень образования специалитет	14.05.02
Квалификация, присваиваемая выпускнику Инженер-физик	Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:
ФГОС ВО	17.08.2015, № 849

СОГЛАСОВАНО
ДИРЕКЦИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ

Екатеринбург, 2015

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Климова Виктория Андреевна	–	Старший преподават ель	Атомные станции и возобновляем ые источники энергии	

Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института

Председатель учебно-методического совета
Протокол № _____ от _____ г.

В.И.Денисенко

Согласовано:

Дирекция образовательных программ

Р.Х. Токарева

Руководитель образовательной программы

С. Е. Щеклеин

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «Компьютерное моделирование физических процессов»

1.1. Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Компьютерное моделирование физических процессов» относится к дисциплинам по выбору студента вариативной части образовательной программы и изучается после дисциплины «Интегрированные прикладные системы». Для успешного освоения также необходимо знание дисциплин «Ядерные энергетические реакторы», «Парогенераторы и теплообменники».

Дисциплина предназначена для ознакомления с основными принципами использования программных пакетов компьютерного моделирования физических процессов. Рассматриваются возможности и области применения систем автоматизированного моделирования. На примере пакетов вычислительной гидродинамики изучаются математические модели и управляющие уравнения программ, методы постановки задачи компьютерного эксперимента, принципы построения расчетных сеток. В ходе выполнения лабораторных и практических работ студенты приобретают навыки создания твердотельной модели, постановки задачи и анализа результатов моделирования. Особое внимание уделяется оформлению отчета по компьютерному эксперименту. Полученные знания, умения и навыки будут использованы при выполнении исследовательской работы студентов и при дипломном проектировании.

1.2. Язык реализации программы – русский.

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

ПК-2 Способность осуществлять математическое моделирование физических и технологических процессов в оборудовании, алгоритмов контроля и управления, режимов эксплуатации атомных объектов, в том числе с использованием стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследования;

ПК-15 – способность использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов, приборов и систем, готовностью осуществлять сбор, анализ и подготовку исходных данных для информационных систем проектов ЯЭУ и их компонентов;

ПСК-1.3 – способность использовать математические модели и программные комплексы для численного анализа всей совокупности процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АС.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

Знать:

- основные возможности систем автоматизированного моделирования;
- основные управляющие уравнения, положенные в основу пакетов вычислительной гидродинамики, а также методы построения сеток и численного решения моделей;
- основные этапы создания компьютерной модели и проведения компьютерного инструмента.

Уметь:

- осуществлять постановку задачи;
- анализировать полученный результат;
- проводить верификацию компьютерной модели на основе экспериментальных данных, в том числе по литературе;
- оформлять отчет по компьютерному эксперименту.

Владеть

- навыками создания твердотельных моделей;

– инструментами компьютерного эксперимента в пакетах вычислительной гидродинамики.

1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	9
1.	Аудиторные занятия	34	34	34
2.	Лекции	0	0	0
3.	Практические занятия	17	17	17
4.	Лабораторные работы	17	17	17
5.	Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации	70	5,1	70
6.	Промежуточная аттестация	4	0,25	Зачет (4)
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108	39,35	108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела	Раздел дисциплины	Содержание
P1	Введение в компьютерное моделирование	Цели и этапы компьютерного моделирования. Автоматизированные системы моделирования и их возможности. Математическая модель в основе пакетов вычислительной гидродинамики. Построение расчетной сетки. Метод конечных элементов, метод конечных объемов.
P2	Построение твердотельной модели в пакете Solidworks	Инструментарий построения твердотельной модели. Требования к моделям для последующего анализа гидродинамики и теплообмена.
P3	Проведение компьютерного эксперимента в пакете Flow Simulation	Инструментарий пакета. Постановка задачи компьютерного моделирования. Вывод и анализ результатов. Верификация модели. Оформление отчета.
P4	Применение Flow Simulation для проектирования	Работа с конфигурациями модели. Оптимизация конструкции шарового крана. Повышение эффективности теплообменного аппарата.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы

Код раздела	Номер работы	Наименование работы	Время на выполнение работы (час.)
P3	1	Анализ обтекания кругового цилиндра	4
P3	2	Теплообмен при течении в канале	4
P3	3	Оптимизация расчетной сетки в Flow Simulation	2
P4	4	Анализ эффективности теплообменного аппарата	4
P4	5	Работа с инженерной базой данных	3
Всего:			17

4.2. Практические занятия

Код раздела, темы	Номер занятия	Тема занятия	Время на проведение занятия (час.)
P1	1	Математическая модель в основе пакетов вычислительной гидродинамики.	4
P1	2	Метод конечных элементов, метод конечных объемов. Построение расчетной сетки.	4
P2	3	Основные подходы к построению твердотельной модели.	2
P2	4	Построение модели теплообменного аппарата	4
P2	5	Построение модели задвижки	3
Всего:			17

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

1. Построение твердотельной модели запорной арматуры.
2. Анализ эффективности теплообменного аппарата.

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено

4.3.4. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

1. Анализ интенсификации теплообмена в канале.
2. Анализ течения и теплообмена в шаровой засыпке.
3. Анализ обтекания тел неправильной формы.

4. Анализ течения и теплообмена в пористой среде.

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов:

Не предусмотрено

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Создание КПСЛ	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
P2	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
P3	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
P4	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1.Рекомендуемая литература

9.1.1.Основная литература

1. Мурашкин, В. Г. Инженерные и научные расчеты в программном комплексе MathCAD : учебное пособие / В.Г. Мурашкин .— Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2011 .— 84 с. — ISBN 978-5-9585-0439-8 .— <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143487>>
2. Мысакова, О. Н. Упражнения по моделированию в SolidWorks (специальность «Промышленный дизайн») : учебно-методическое пособие / О.Н. Мысакова .— Екатеринбург : Архитектон, 2014 .— 24 с. — <URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436714>>
3. Информационные технологии при проектировании и управлении техническими системами : учебное пособие : в 4-х ч. / В.А. Немтинов, С.В. Карпушкин, В.Г. Мокрозуб и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. - Ч. 4. - 160 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8265-1241-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277963> (15.11.2018).
4. Информационные технологии при проектировании и управлении техническими системами : учебное пособие : в 4 ч. / В.А. Немтинов, С.В. Карпушкин, В.Г. Мокрозуб и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - Ч. 3. - 160 с. : табл., схем., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8265-1064-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437085> (15.11.2018).
5. Информационные технологии при проектировании и управлении техническими системами : учебное пособие : В 4 ч. / В.А. Немтинов, С.В. Карпушкин, В.Г. Мокрозуб, и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования, Тамбовский государственный технический университет. - Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. - Ч. 2. - 160 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-8265-0976-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277974> (15.11.2018).

9.1.2.Дополнительная литература

1. Ривкин, Соломон Лазаревич. Термодинамические свойства воды и водяного пара : справочник / С. Л. Ривкин, А. А. Александров .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергоатомиздат, 1984 .— 80 с. : диагр. ; 26 см. — Библиогр.: с. 79 (10 назв.). — 17 экз.
2. Кирилов П. Л., Юрьев Ю. С., Бобков В. П. Справочник по теплогидравлическим расчетам (ядерные реакторы, теплообменники, парогенераторы) / Под общ. ред. П. Л. Кириллова. — М.: Энергоатомиздат, 1990. — 20 экз.

9.2.Методические разработки

1. Климова В.А. Практическое применение Mathcad в инженерных расчетах: учебное пособие / В.А. Климова, Н.А. Лашманова. – Екатеринбург: УрФУ, 2014. – 234 с.
2. Климова В.А. Основы практической работы в САПР на примере Solidworks. Построение твердотельной модели: методические указания / В.А. Климова. – Екатеринбург: УрФУ, 2015. – 22 с.

9.3. Программное обеспечение

1. Операционная система Windows XP
2. Пакет Microsoft Office
3. Mathcad 15.
4. SolidWorks 15 или аналоги, дополнительный модуль Flow Simulation.

9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=169> Библиотека УрФУ

9.5. Электронные образовательные ресурсы

Не используются.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Практические занятия и лабораторные работы должны выполняться в специализированных классах, оснащённых современными персональными компьютерами и программным обеспечением в соответствии с тематикой изучаемого материала; число рабочих мест в классах должно быть таким, чтобы обеспечивалась индивидуальная работа студента на отдельном персональном компьютере.

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Весовой коэффициент значимости дисциплины

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: не предусмотрены		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0,5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение заданий на практических занятиях</i>	IX, 1-8	60
<i>Домашняя работа 1</i>	IX, 6-8	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0,4		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0,6		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0,5		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Выполнение лабораторных работ</i>	IX, 9-17	30
<i>Расчетно-графическая работа</i>	IX, 9-11	40
<i>Домашняя работа 2</i>	IX, 14-15	30
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1,0		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – не предусмотрена		

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Не предусмотрено.

6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины

Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина	Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре
Семестр 9	1

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте ФЭПО <http://fero.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на сайте Интернет-тренажеры <http://training.i-exam.ru>.

Дисциплина и ее аналоги, по которым возможно тестирование, отсутствуют на портале СМУДС УрФУ.

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
Знания	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
Умения	Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
Личностные качества	Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

При проведении независимого тестового контроля как формы промежуточной аттестации применяется методика оценивания результатов, предлагаемая разработчиками тестов. Процентные показатели результатов независимого тестового контроля переводятся в баллы промежуточной аттестации по 100-балльной шкале в БРС:

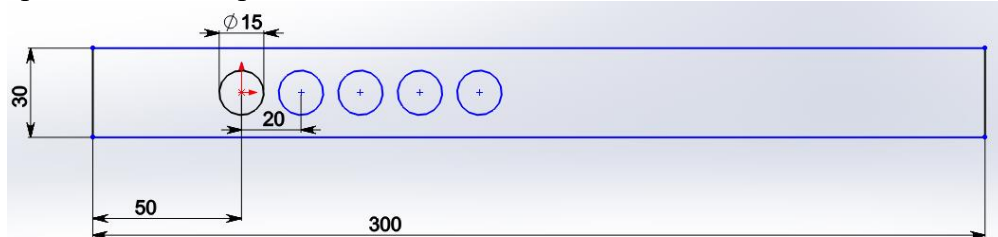
- в случае балльной оценки по тесту (блокам, частям теста) переводится процент набранных баллов от общего числа возможных баллов по тесту;
- при отсутствии балльной оценки по тесту переводится процент верно выполненных заданий теста, от общего числа заданий.

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания на расчетно-графическую работу

Тема – «Анализ интенсификации теплообмена в канале» (пример).

В канале (трубе) расположены 5 медных шаровых тепловыделяющих элементов мощностью 100 Вт каждый. Тепловыделяющие элементы охлаждаются потоком воздуха, температура которого на входе в канал равна 20 °С. Скорость потока изменяется в диапазоне чисел $Re = 300 \dots 1000$.



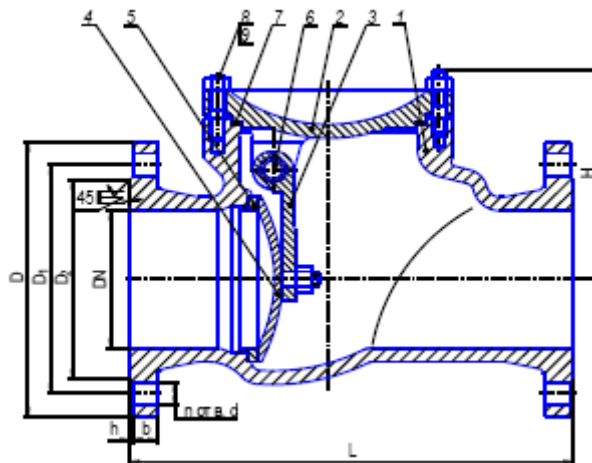
Построить модель канала. Создать проект для расчета теплообмена тепловыделяющих элементов с воздухом и провести компьютерный эксперимент. Построить график зависимости $Nu = f(Re)$ по результатам эксперимента.

Добавить в модель интенсификатор теплообмена (ребра, завихрители или др. по выбору), провести компьютерный эксперимент и построить график $Nu_{int} = f(Re)$. Сделать выводы.

8.3.2. Примерные задания для домашних работ

1. Тема – построение модели запорной арматуры.

Построить твердотельную модель проточной части затвора обратного (по вариантам)



2. Тема – анализ эффективности теплообменного аппарата.

Масло турбинное охлаждается от температуры 45 ° до температуры 30 ° при расходе 0,2 кг/с. Охлаждающая среда – вода с температурой 25 °. Выполнить проектный расчет маслоохладителя, в ходе которого определить расход и выходную температуру воды и основные размеры теплообменника. Построить трехмерную модель теплообменника в Solidworks. Создать проект для расчета эффективности теплообменника в Flow Simulation. Внести в конструкцию теплообменника элементы, повышающие эффективность аппарата.

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

Не предусмотрено

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

- Компьютерное моделирование: основные понятия и определения.
- Этапы компьютерного моделирования.
- Элементы математической модели вычислительной гидродинамики.
- Метод конечных элементов.
- Метод конечных объемов.
- Постановка компьютерного эксперимента.
- Анализ результатов компьютерного эксперимента.
- Системы автоматизированного моделирования – области применения и возможности.
- Практическое задание – построение твердотельной модели в SolidWorks.
- Практическое задание – создание проекта в Flow Simulation.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена

Не предусмотрено.

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

Не используются

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

Не используются

8.3.8. Интернет-тренажеры

Не используются

8.3.9.

Дополнительные средства контроля:

Не используются