



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

2 18.03.2025

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института теплоэнергетики

Н.Д.Чичирова

« 21 » июня 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерное моделирование технологических процессов и оборудования АЭС

Специальность

14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация  
и инжиниринг

Квалификация

специалист

г. Казань, 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО – специалитет по специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 154)

Программу разработал:

доцент, к.т.н \_\_\_\_\_ Ляпин А.И.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика «Атомные и тепловые электрические станции», протокол №21-20/21 от 18.06.2021

Зав. кафедрой - руководитель ОП \_\_\_\_\_ Н.Д. Чичирова

Программа одобрена на заседании методического совета Института Теплоэнергетики, протокол № 05/21 от 21.06.2021

Зам. директора Института теплоэнергетики \_\_\_\_\_ /Власов С.М./

Программа принята решением Ученого совета Института теплоэнергетики протокол № 05/21 от 21.06.2021

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Компьютерное моделирование технологических процессов и оборудования АЭС» является получение обучающимся знаний в области компьютерного моделирования технологических процессов, оборудования АЭС и его отдельных элементов с использованием программного обеспечения САПР. Приобретение практических навыков использования специализированных программных продуктов (программного обеспечения) для решения задач инженерно-технической и научно-исследовательской деятельности обучающегося.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение принципов и методов компьютерного моделирования, подходов к созданию и построению математических и цифровых моделей технологических установок и систем атомной электростанции;
- освоение и эксплуатация программ и программных пакетов, предназначенных для создания цифровых моделей технологических процессов и оборудования АЭС.
- получение навыков моделирования технологических процессов и автоматизированного проектирования оборудования АЭС, в том числе теплогидравлических процессов, а также процессов, протекающих в аэро- и газодинамических системах;
- сформировать знания, умения и навыки, способствующие успешной научно-исследовательской деятельности, и позволяющие успешно пройти государственную итоговую аттестацию.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
<b>Общепрофессиональные компетенции (ОПК)</b>		
ОПК-1. Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	ОПК-1.9 Применяет методы анализа и моделирования при решении профессиональных задач	<i>Знать:</i> Методологические основы моделирования; принципы компьютерного моделирования технологических процессов и оборудования АЭС <i>Уметь:</i> Применять методы анализа и моделирования при решении профессиональных задач <i>Владеть:</i> Навыками использования программно-технических средств для компьютерного моделирования технологических процессов и оборудования АЭС

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Компьютерное моделирование технологических процессов и оборудования АЭС» относится к обязательной части учебного плана по специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
ОПК-1	Основы ядерной энергетики Механика жидкостей и газов Техническая термодинамика	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
ОПК-3	Информатика Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

- владеть навыками работы с персональным компьютером, уметь устанавливать программное обеспечение, проводить его настройку.
- основные правила построения и оформления эскизов, обладать базовыми навыками работы с графическими программами.
- понимать взаимосвязь основного и вспомогательного оборудования атомных электрических станций.
- знать основные характеристики технологических процессов, параметры работы основного и вспомогательного оборудования АЭС.
- понимать принципы работы и функционирования аппаратов и установок, преобразующих энергию ядерного топлива в тепловую и электрическую энергию с учетом их технологических особенностей, конструкции и применяемых материалов.
- основные физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов.
- основы термодинамики, основные законы и уравнения термодинамики, принципы передачи теплоты и теплообмена.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 40 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 16 час., занятия семинарского типа (практические занятия) 24 час., самостоятельная работа обучающегося 68 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		5
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	40	40
Лекционные занятия (Лек)	16	16
Лабораторные занятия (Лаб)		
Практические занятия (Пр)	24	24
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	68	68
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Зачет	Зачет

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС							Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе		
	Занятия лекционного типа	Занятия практического /семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации						Сдача зачета / экзамена	Итого
Раздел 1. Программно-технические комплексы для инженерно-физического моделирования технологических процессов и оборудования АЭС														
1. Основы построения моделей теплогидравлических процессов с помощью графических оболочек систем автоматизированного проектирования и решения инженерных задач	10	12			34				56	ОПК-1.9-31, У1, В1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6	ПЗ КИТР	Зачет	50
Раздел 2. Применение цифровой платформы «ЛОГОС» для решения теплогидравлических задач, задач теплопроводности и теплообмена в атомной энергетике														
2. Основы применения ПО «ЛОГОС» для создания компьютерных моделей технологических процессов и оборудования АЭС	6	12			34				52	ОПК-1.9-31, У1, В1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6	ПЗ КИТР	Зачет	50
Итого по дисциплине	16	24			68				108					100

### 3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер темы дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Основы систем автоматизированного проектирования, задачи и	2

	виды САПР. Классификация САПР.	
1	Современные CAD/CAE-системы для моделирования и инженерного анализа в атомной энергетике.	2
1	Интерфейс графической оболочки ПО «САПФИР». Программное обеспечение и кодогенераторы, используемые при разработке тренажеров АЭС и ТЭС.	2
1	Блочная-модульная структура теплогидравлического кода CMS в исполнительной системе USDS. Универсальная система разработки программного обеспечения USDS (Universal Software Development System)	2
1	Использование языка программирования Фортран при создании скриптов для инженерно-физических моделей объектов произвольной топологии атомной энергетике. Разработка алгоритмов управления органами регулирования, разрабатываемых цифровых моделей	2
2	Цифровая платформа «Логос» для инженерного анализа и компьютерного моделирования. Интерфейс ПО «Логос». Цифровые инструменты и решаемые задачи.	2
2	Инструменты ПО «Логос» - «Логос Тепло» для решения задач теплопроводности, излучения и фазовых переходов в твердых телах и неподвижных средах	2
2	Инструменты ПО «Логос» - «Логос Аэро-Гидро» для решения задач течения жидкости и газа,	2
2	Инструменты ПО «Логос» - «Логос Прочность» для решения задач статического и динамического упругопластического деформирования и разрушения конструкций, а также вибрационного анализа.	2
Всего		16

### 3.4. Тематический план практических занятий

Номер темы дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Ознакомление с интерфейсом «САПФИР». Создание проекта в графической оболочке «САПФИР». Обзор базовых гидравлических блоков и принципов их соединения: узел, бак, канал. Отверстия в баке, граничное условие. Прорисовка схемы объекта моделирования, задание свойств элементам схемы. Свойства и параметры блоков CMS.	2
1	Создание связанного проекта (процесс интеграции задач). Полная генерация задачи.	2
1	Настройка параметров расчетной схемы в свойствах решателя задачи. Параметры расчетного слоя теплогидравлического кода CMS. Работа в текстовом редакторе («черное окно») USDS, CMS.	2
1	Работа с технологической схемой объекта моделирования в режиме редактирования и в режиме отладки. Режим отладки через схему (задание положения задвижек, высотных отметок, частоты вращения насосов и т.п.) и через ISD.	2
1	Создание, просмотр и редактирование скрипта для управления и регулирования характеристик объекта моделирования.	2
1	Вывод результатов инженерно-физического моделирования в формате массива, графиков и диаграмм. Оценка влияния изменения различных параметров моделируемой технической системы на ее характеристики.	2
2	Разработка модели теплопередачи через тонкую стенку при стационарных условиях в ПО «Логос»	4

2	Разработка модели теплообмена излучением между внутренней и внешней сферой в ПО «Логос»	4
2	Статический анализ напряженно-деформированного состояния пластины в модуле «Логос-прочность»	4
Всего		24

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

### 3.6. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Номер темы дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1.	1	Ознакомление с интерфейсом и структурой графической оболочки «САПФИР». Принципы представления технологических схем на рабочем пространстве ПО	Изучение теоретического материала, работа с интерфейсом ПО	4
2.	1	Разработка компьютерной модели подогрева теплоносителя в пароводяном теплообменнике в ПО «САПФИР». (Объект моделирования задается курирующим преподавателем)	Изучение теоретического материала, работа с интерфейсом ПО	10
3.	1	Разработка компьютерной модели приводной турбины насоса в ПО «САПФИР». (Объект моделирования задается курирующим преподавателем)	Изучение теоретического материала, работа с интерфейсом ПО	10
4.	1	Разработка компьютерной модели гидравлической системы наполнения емкости (бака) с насосной группой и линией рециркуляции в ПО «САПФИР». (Объект моделирования задается курирующим преподавателем)	Изучение теоретического материала, работа с интерфейсом ПО	10
5.	2	Создание объемной модели и построение на ее базе геометрической модели (Объект моделирования задается курирующим преподавателем – Пластина, сфера, цилиндр, конус).	Изучение теоретического материала, работа с интерфейсом ПО	4
6.	2	Создание объемной модели сложной конфигурации построение на ее базе геометрической модели (Объект моделирования задается курирующим преподавателем – Пластина с отверстием, примыкание (соединение) двух труб, тройник, полая сфера, усеченный конус).	Изучение теоретического материала, работа с интерфейсом ПО	4
7.	2	Задание свойств моделируемому объекту. Создание сетки. Типы сеток. Обоснование выбора типа сетки. Препроцессинг - Трансляция геометрической модели.	Изучение теоретического материала, работа с интерфейсом ПО	2
8.	2	Применение ПО «Логос Аэро-Гидро» для анализа течения жидкости и газа в каналах произвольной (сложной)	Изучение теоретического материала, работа с интерфейсом ПО	8

		формы. Обтекание объекта моделирования.		
9.	2	Решение задач теплопроводности в ПО «Логос Аэро-Гидро» на примере объекта моделирования произвольной топологии (Объект моделирования задается курирующим преподавателем)	Изучение теоретического материала, работа с интерфейсом ПО	8
10.	2	Решение задач оценки прочностных характеристик объекта моделирования произвольной топологии в «Логос Прочность» (Объект моделирования задается курирующим преподавателем):	Изучение теоретического материала, работа с интерфейсом ПО	8
Всего:				68

#### 4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Компьютерное моделирование технологических процессов и оборудования АЭС» по образовательной программе специалитета по специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В образовательном процессе используются электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>

#### 5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	незачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, некоторые	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме

			недочетами	
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности и компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

### Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Нижесреднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		незачтено	
ОПК-1	ОПК-1.9	знать:				
		Методологические основы моделирования; принципы компьютерного моделирования технологических процессов и оборудования АЭС	Знает методологические основы моделирования; принципы компьютерного моделирования технологических процессов и оборудования АЭС, при ответе не допускает ошибок	Знает методологические основы моделирования; принципы компьютерного моделирования технологических процессов и оборудования АЭС, при ответе допускает несколько негрубых ошибок	Плохо знает методологические основы моделирования; принципы компьютерного моделирования технологических процессов и оборудования АЭС	Уровень знаний ниже минимальных требований, при ответе допускает грубые ошибки
		уметь:				
		Умеет применять методы анализа и моделирования при	Умеет применять методы анализа и моделирования при	Умеет применять методы анализа и моделирования при	Для применения методов анализа и моделирования при	Не может применять методы

		решении профессиональных задач	решении профессиональных задач, при ответе не допускает ошибок	решении профессиональных задач, при ответе допускает несколько негрубых ошибок	решении профессиональных задач требуется помощь специалиста	анализа и моделирования при решении профессиональных задач
		владеть:				
		Демонстрирует навыки использования программно-технических средств для компьютерного моделирования технологических процессов и оборудования АЭС	При демонстрации навыков использования программно-технических средств для компьютерного моделирования технологических процессов и оборудования АЭС, не допускает ошибок	При демонстрации навыков использования программно-технических средств для компьютерного моделирования технологических процессов и оборудования АЭС, допускает несколько негрубых ошибок	При демонстрации навыков использования программно-технических средств для компьютерного моделирования технологических процессов и оборудования АЭС, возникают затруднения, требующие помощи специалиста	Не может продемонстрировать навыки использования программно-технических средств для компьютерного моделирования технологических процессов и оборудования АЭС

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Местоиздания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Зорин В. М.	Атомные электростанции. Вводный курс	Учебное пособие	М.: Издательский дом МЭИ	2019	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013403.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013403.html</a>	1
2	Проскураков К. Н.	Ядерные энергетические установки	Учебное пособие	М.: Издательский дом МЭИ	2019	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97853830012697.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97853830012697.html</a>	1

3	Кузьмин А. М., Шмелев А. Н., Апсэ В. А.	Моделирование физических процессов в энергетических ядерных реакторах на быстрых нейтронах	Учебное пособие	М.: Издательский дом МЭИ	2019	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012529.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012529.html</a>	1
---	---	--	-----------------	--------------------------	------	---	---

### Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Местоиздания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеках
4	Зорин В. М.	Атомные электростанции	Учебное пособие	М.: Издательский дом МЭИ	2017	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a>	1
5	Рыжкин В. Я., Гиршфельд В. Я.	Тепловые электрические станции	учебник	М.: Энергоатомиздат	1987		29
6	Колесов Ю. Б., Сениченков Ю. Б.	Моделирование систем. Объектно-ориентированный подход	учебное пособие для вузов	СПб.: БХВ-Петербург	2006		30
7	Боев В. Д., Сыпченко Р. П.	Компьютерное моделирование	учебное пособие	М.: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ"	2016	<a href="https://e.lanbook.com/book/100623">https://e.lanbook.com/book/100623</a>	1
8	Кондаков А.И.	САПР технологических процессов	Учебник для вузов	М.: Академия	2008		25
9	Кораблев Ю. А.	Имитационное моделирование. Практикум	учебное пособие	М.: Кнорус	2019	<a href="https://www.ibooks.ru/book/032051">https://www.ibooks.ru/book/032051</a>	1

## **6.2. Информационное обеспечение**

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	<a href="https://ibooks.ru/">https://ibooks.ru/</a>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Официальный сайт Государственной корпорации по атомной энергии "Росатом" (Госкорпорация "Росатом")	<a href="https://www.rosatom.ru/">https://www.rosatom.ru/</a>	Свободный доступ
2	Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации	<a href="https://minenergo.gov.ru/pendata">https://minenergo.gov.ru/pendata</a>	Свободный доступ
3	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Требуется регистрация
4	Техническая библиотека	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>	Свободный доступ

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	«Гарант»	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>	Требуется регистрация
2	«Консультант плюс»	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>	Требуется регистрация
3	ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»	<a href="http://app.kgeu.local/Home/Apps">http://app.kgeu.local/Home/Apps</a>	Требуется регистрация

### 6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	договор №2011.25486 от 28.11.2011 лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.
2	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

3	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
4	Office Standard 2007 Russian OLP NL Academic Edition+	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №21/2010 от 04.05.2010 Неискл. право. Бессрочно
5	LMS Moodle	Современное программное обеспечение	<a href="https://download.moodle.org/releases/latest/">https://download.moodle.org/releases/latest/</a>
6	Программный модуль пакета программ «Логос»	Для промышленного 3D-моделирования. Позволяет моделировать различные физические процессы для расчета характеристик изделий с высокой точностью начиная с ранних стадий проектирования	Лицензионное соглашение №11539-0-96/2023 от 29.12.2023

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	38 посадочных мест, доска аудиторная, проектор, переносной экран, моноблок (7 шт.), 5 компьютеров с монитором
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	30 посадочных мест, моноблок (6 шт.), проектор, доска интерактивная), доска аудиторная
3	Самостоятельная работа обучающегося	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	30 посадочных мест, моноблок (6 шт.), проектор, доска интерактивная), доска аудиторная

## **8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www/kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1	3.1	16.04.2024	Структуру дисциплины читать в новой редакции (см. ниже)	Н.Д. Чичирова	С.О. Гапоненко
2					
3					

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)
			5
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*		47	47
АУДИТОРНАЯ РАБОТА		40	40
Лекции		16	16
Практические (семинарские) занятия		24	24
Лабораторные работы			
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ		68	68
Проработка учебного материала		7	7
Курсовой проект			
Курсовая работа			
Подготовка к промежуточной аттестации			
Промежуточная аттестация:			3
			-

### Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1		10.03.2025	Данная РПД актуальна для всей специальности 14.05.02 «Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг» (все специализации)	Н.Д. Чичирова	С.О. Гапоненко

*Приложение к рабочей программе  
дисциплины*



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования**

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

Компьютерное моделирование технологических процессов и оборудования АЭС

Специальность 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация  
и инжиниринг

Квалификация специалист

г. Казань, 2021

Оценочные материалы по дисциплине «Компьютерное моделирование технологических процессов и оборудования АЭС» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ОПК-1. Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: Результаты самостоятельного практического задания в виде разработки компьютерной модели, созданной в графической оболочке программного обеспечения (ПЗ), письменная контрольная работа (КнТР).

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

## 1. Технологическая карта

### 5 семестр

Наименование контрольного мероприятия	Рейтинговые показатели			
	I текущий контроль	II текущий контроль	III текущий контроль	Итого
<b>Текущий контроль</b>				
Письменная контрольная работа по теоретическому материалу, изученному на лекционных и практических занятиях	10	10	10	30
Выполнение задания, предусмотренного п.2 раздела 3.6 Самостоятельная работа студента рабочей программы дисциплины	10			10
Выполнение задания, предусмотренного п.3 раздела 3.6 Самостоятельная работа студента рабочей программы дисциплины	10			10
Выполнение задания, предусмотренного п.4 раздела 3.6 Самостоятельная работа студента рабочей программы дисциплины		10		10
Выполнение задания, предусмотренного п.5 раздела 3.6 Самостоятельная работа студента рабочей программы дисциплины		4		4
Выполнение задания, предусмотренного п.6 раздела 3.6 Самостоятельная работа студента рабочей программы дисциплины		6		6
Выполнение задания, предусмотренного п.8 раздела 3.6 Самостоятельная работа студента рабочей программы дисциплины			10	10

Выполнение задания, предусмотренного п.9 раздела 3.6 Самостоятельная работа студента рабочей программы дисциплины			10	10
Выполнение задания, предусмотренного п.10 раздела 3.6 Самостоятельная работа студента рабочей программы дисциплины			10	10
<b>Всего баллов</b>	30	30	40	<b>100</b>

## 2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Письменная контрольная работа (КнТР)	Представляет собой теоретические вопросы по пройденной (ранее изученной) теме.	Варианты заданий
Практическое задание в виде разработки компьютерной модели, созданной в графической оболочке программного обеспечения (ПЗ)	Задание предполагает создание в ПО объекта моделирования (задается курирующим преподавателем) с последующей отладкой модели и выводом ее на расчет	Варианты заданий: объект моделирования, находящийся при различных внешних условиях или воздействиях внешней среды - Технологическая схема, отдельный элемент схемы или технологический процесс (движение среды, нагрев, охлаждение, теплообмен, излучение, нагружение, обтекание, вибрация и др.)

## 3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	Письменная контрольная работа (КнТР)
Представление и содержание оценочных материалов	Оформляется в отдельной тетради. Выполняется по вариантам. Один вариант задания включает 4 теоретических вопросов, разного уровня сложности по различным темам дисциплины. Задание позволяет оценить теоретический уровень подготовки обучающегося. Количество проводимых письменных контрольных работ в семестре – 3.
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	Полные, правильные ответы на все 4 задания, в рамках одной контрольной работы – 10 баллов; Наличие неточностей, негрубых ошибок снижают оценку по итогам проведения контрольной работы. Умение продемонстрировать базовые знания по темам дисциплины – 4 балла. По итогам обучения в семестре, максимальное количество баллов, которое может набрать обучающийся – 30 баллов

Наименование оценочного средства	Практическое задание в виде разработки компьютерной модели, созданной в графической оболочке программного обеспечения (ПЗ)
----------------------------------	--

<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<p>Задание выполняется в оболочке программно-технического комплекса для моделирования и проектирования технологических систем АЭС, хранится в виде электронного файла(ов) проекта. Выполняется по вариантам в зависимости от принятого объекта моделирования (типа решаемой задачи) разного уровня сложности. Задание позволяет оценить уровень практической подготовки обучающегося, понимание принципов компьютерного моделирования технологических процессов и оборудования АЭС, умение использовать программное обеспечение для моделирования. Позволяет оценить умения и навыки обучающегося проводить инженерно-физические расчеты моделируемых систем, отладку моделей и разрабатываемых компьютерных программ, верификацию полученных данных, проводить анализ полученных результатов.</p>
<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>Выполненным считается задание, которое заканчивается разработкой готовой компьютерной, цифровой модели, которую можно выводить на расчет. Программа расчета полностью соответствует задачам моделирования. Получаемые результаты соответствуют характеристикам реальнодействующего оборудования (его элемента, установки, системы), ставшего прототипом модели. Программный код моделей включает скрипты, например, для органов управления, регулирования модели и т.п.</p> <p>Примеры заданий:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разработать компьютерную модель и программу для поддержания рабочей температуры теплоносителя.</li> <li>2. Разработать компьютерную модель системы регенерации паротурбинной установки.</li> <li>3. Разработать компьютерную модель и программу регулирования уровня воды в барабане-сепараторе.</li> <li>4. Разработать компьютерную модель конденсационной установки энергоблока АЭС.</li> <li>5. Создать компьютерную модель тройника, в котором будет реализован впрыск охлаждающей воды в паропровод с применением ПО «Логос».</li> <li>6. Разработать в ПО «Логос» компьютерную модель течения однофазной жидкости в трубопроводе заданного диаметра с дроссельной шайбой диаметром 20% основного диаметра трубопровода</li> <li>7. Разработать в программном комплексе «Логос Прочность» компьютерную модель напряженно-деформированного состояния объемной балки переменного сечения.</li> <li>8. Разработать в ПО «Логос» компьютерную модель отдачи тепла от внешней стенки полой сферы заданного размера.</li> </ol> <p>Максимальное количество баллов, которое может набрать обучающийся за выполнение практических заданий – 70 баллов.</p>

## **ОПК-1.9 Применяет методы анализа и моделирования при решении профессиональных задач**

### **Знать:**

Методологические основы моделирования; принципы компьютерного моделирования технологических процессов и оборудования АЭС

1. Назовите основные виды двух- и трехмерных видов сетки расчетной модели произвольной геометрии.
2. Как осуществляется задание свойств и параметров блоков в программно-технических комплексах САПР?
3. Какое назначение у блока теплогидравлического кодогенератора «Граничное условие» в ПО «САПФИР»?
4. В какой вкладке ПО «Логос» можно используя готовые библиотеки данных выбрать/задать форму моделируемого объекта?
5. Какие важнейшие характеристики блока теплогидравлического кодогенератора «Канал» в ПО «САПФИР» влияют на расход теплоносителя при проведении расчетов?

### **Уметь:**

Применять методы анализа и моделирования при решении профессиональных задач

1. Используя ПО «Логос Аэро-Гидро» проведите анализ течения жидкости в канале. Обтекание цилиндра в плоском канале, толщина цилиндра – 0,05 м. Лобовая площадь – 0,05 м<sup>2</sup>. Число Рейнолдса –  $Re=250$ , диаметр цилиндра – 1. Размещение цилиндра в канале по центру.
2. Используя ПО «Логос Прочность» проведите оценку прочностных характеристик металлической балки переменного сечения. Модуль Юнга –  $E=1e+6$  Па, коэффициент Пуассона  $\nu = 0,3$ , высота крайнего левого поперечного сечения – 2 м, ширина сечения - 1 м, высота крайнего правого поперечного сечения – 1 м., ширина сечения 1 м. длина балки – 20м. Левое сечение жестко закреплено, на правое сечение балки действует растягивающая сила – 1 Н.
3. Используя ПО «Логос Тепло» провести анализ теплотерь со всей поверхности плоской стенки при осуществлении теплопередачи при следующих условиях: между двумя гранями существует перепад температур –  $T_{s1} = 120^{\circ}C$  и  $T_{s2} = 40^{\circ}C$ . Материал стенки – кирпич с коэффициентом теплопроводности 0,7 Вт/(м·К). Толщина стенки 0,25 м, высота 4 м.
4. Используя ПО «Логос Тепло» провести анализ медленного остывания куба. Внутри куба в момент времени  $t=0$  задана температура  $T=373$  К. На внешней границе поддерживается постоянная температура равная 233 К. Время остывания куба в течение  $t=36000$  с. После проведения расчетов необходимо построить графики изменения температуры от времени для определенных ячеек. Задача является нестационарной. Теплофизические параметры материала куба: коэффициент теплопроводности – 0,683 Вт/(м·К); теплоемкость – 4200 Дж/(кг·К); плотность материала – 1000 кг/м<sup>3</sup>.
5. Провести анализ сопряженного теплопереноса излучением между двумя сферами разного радиуса. Задан источник постоянного энерговыделения, с удельной объемным энерговыделением  $q=1000$

Вт/м<sup>3</sup>. На поверхности внешней сферы имеется граничное условие третьего рода – конвективный теплообмен с окружающей средой, с коэффициентом  $\alpha_{\text{окр.ср.}} = 20 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . Температура окружающей среды  $T_{\text{окр.ср.}} = 273 \text{ К}$ .

**Владеть:**

Навыками использования программно-технических средств для компьютерного моделирования технологических процессов и оборудования АЭС

1. Используя ПО «ЛОГОС» постройте объемную сетку объекта моделирования в виде балки следующих геометрических размеров: Высота – 1, ширина – 1, длина – 10. Тип сеточной модели подобрать самостоятельно.

2. Используя ПО «ЛОГОС» постройте объемную сетку объекта моделирования в виде сферы с радиусом 0,5 м. Тип сеточной модели подобрать самостоятельно.

3. Построить в ПО «САПФИР» упрощенную компьютерную модель пароводяного теплообменника поверхностного типа. Исходные данные: Давление пара – 0,4 МПа, температура пара – 330 °С, давление воды на входе в теплообменник – 0,8 МПа, температура воды на входе – 138 °С, расход воды – 50 кг/с. Температура воды на выходе должны быть близка температуре насыщения греющего пара. Для расчета самостоятельно подобрать расход пара и площадь поверхностей теплообмена.

4. Построить в ПО «САПФИР» упрощенную компьютерную модель линии рециркуляции деаэрационного бака, по принятой расходно-напорной характеристики насоса. Объем бака принять 65 м<sup>3</sup>, для компьютерной модели принять результаты расчета тепловой схемы турбоустановки.

5. Требуется создать математическую модель насоса в ПО «САПФИР» и отладить по графику характеристики насоса.

#### **4. Промежуточная аттестация**

Оценка «Зачтено» проставляется в соответствии с БРС при условии набора 55 баллов и более.