



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

КГЭУ

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

2 18.03.2025

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. директора института теплоэнергетики
С.О. Гапоненко

« 11 » октября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

CAD/CAE-системы в атомной энергетике

Направление подготовки 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»

Профиль Цифровой инжиниринг в атомной энергетике

Квалификация магистр

Рабочая программа дисциплины «CAD/CAE-системы в атомной энергетике» разработана в соответствии Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования 3++ по направлению подготовки 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «27» марта 2018 г. № 214 (далее – ФГОС ВО).

Программу разработал:

доцент, к.т.н _____ Ляпин А.И.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика «Атомные и тепловые электрические станции», протокол №3-22/23 от 28.09.2022 г.

Зав. кафедрой _____ Н.Д. Чичирова

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Атомные и тепловые электрические станции», протокол №3-22/23 от 28.09.2022 г.

Зав. кафедрой _____ Н.Д. Чичирова

Программа одобрена на заседании методического совета Института теплоэнергетики, протокол № 2 от 11.10.2022 г.

Председатель МС Института теплоэнергетики _____ С.О. Гапоненко

Программа принята решением Ученого совета Института теплоэнергетики протокол 2 от 11.10.2022 г.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «CAD/CAE-системы в атомной энергетике» является получение обучающимся знаний в области математического моделирования технологических процессов, оборудования АЭС и его элементов с использованием цифровых платформ, в том числе программных средств, программно-технических комплексов и ресурсов Государственной корпорации «Росатом». Приобретение навыков применения САЕ-системы «Логос» и модельно-ориентированной среды проектирования и математического моделирования «ПО Repeat» для решения задач инженерно-технической и научно-исследовательской деятельности обучающегося.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение принципов математического моделирования, подходов к созданию и построению математических и цифровых моделей;
- освоение и эксплуатация программ и программных пакетов, предназначенных для решения различных инженерных задач атомной энергетики, в том числе CAD/CAE-систем автоматизированного проектирования;
- получение знаний в области математического моделирования процессов и автоматизированного проектирования оборудования АЭС, в том числе теплогидравлических процессов, а также процессов, протекающих в аэро- и газодинамических системах;
- получение знаний в области моделирования и расчета прочностных и вибрационных характеристик оборудования АЭС, а также численного решения задач статического и динамического упругопластического деформирования и разрушения конструкций.
- сформировать знания, умения и навыки, 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)
Профессиональные компетенции (ПК)		
ПК-1. Владеет методами моделирования процессов и элементов в технических системах АЭС	ПК-1.1 Владеет современными информационными цифровыми технологиями, применяемыми в процессе производства тепловой и электрической энергии с использованием ядерного топлива	<p>Знать: Назначение и основные принципы применения CAD/CAE-систем в технических системах атомной и тепловой энергетики</p> <p>Уметь: Выбирать оптимальные тип технологической схемы, параметры работы и характеристики оборудования и процессов, протекающих в технических системах АЭС и ТЭС для их представления в CAD/CAE-системах</p> <p>Владеть: Навыками настройки и отладки математических моделей и иных цифровых продуктов и решений, применяемых в технических системах АЭС</p>

ПК-1. Владеет методами моделирования процессов и элементов в технических системах АЭС	ПК-1.2 Владеет современными технологиями производства тепловой и электрической энергии с использованием ядерного топлива	<p><i>Знать:</i> Основные принципы производства тепловой и электрической энергии в технологических системах атомной и тепловой энергетики <i>Уметь:</i> Определять и рассчитывать параметры работы и характеристики оборудования и процессов, протекающих в технических системах АЭС и ТЭС <i>Владеть:</i> Навыками анализа параметров работы и характеристик оборудования и процессов, протекающих в технических системах АЭС и ТЭС</p>
ПК-1. Владеет методами моделирования процессов и элементов в технических системах АЭС	ПК-1.3 Способен использовать пакеты прикладных программ для моделирования технологических процессов и элементов в технических системах АЭС	<p><i>Знать:</i> Принципы и подходы создания математических и компьютерных моделей в пакетах прикладных программ <i>Уметь:</i> Применять пакеты прикладных программ для создания и отладки математических и компьютерных моделей процессов и элементов технических систем АЭС <i>Владеть:</i> Навыками анализа, верификации, обработки и представления результатов моделирования процессов и элементов технических систем АЭС</p>

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «CAD/CAE-системы в атомной энергетике» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений по направлению подготовки 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
-1		-
-1		Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

- понимать взаимосвязь основного и вспомогательного оборудования атомных электрических станций.
- знать основные характеристики технологических процессов, параметры работы основного и вспомогательного оборудования АЭС, а также наиболее значимые критерии оценки эффективности работы атомной электростанции и ее отдельных элементов.
- 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.
- уметь проводить физические и теплогидравлические расчеты.
- владеть навыками работы с персональным компьютером, уметь инсталлировать программное обеспечение, проводить его настройку.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 51 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 10 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 34 час., самостоятельная работа обучающегося 64 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		1
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	51	51
Лекционные занятия (Лек)	10	10
Лабораторные занятия (Лаб)		
Практические занятия (Пр)	34	34
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	64	64
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Зачет	Зачет

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Семестр	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) <i>подготовка к промежуточной аттестации</i>	Сдача зачета / экзамена	Итого						
Раздел 1. Применение цифровых платформ для решения теплогидравлических задач, задач теплопроводности и теплообмена в атомной энергетике														
1. Моделирование и решение теплогидравлических задач, задач теплопроводности и теплообмена для технических систем АЭС и ТЭС	1	6	22		32			60	ПК-1.1-3 1, У1, В1 ПК-1.2-3 1, У1, В1 ПК-1.3-3 1, У1, В1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6		ПЗ Кнтр	Зач	18
2. Решение практических задач атомной энергетики в среде проектирования и математического моделирования «ПО Repeat»	1	2	4		8			14	ПК-1.1-3 1, У1, В1 ПК-1.2-3 1, У1, В1 ПК-1.3-3 1, У1, В1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6		ПЗ Кнтр	Зач	18
Раздел 2. Применение цифровых платформ для решения прочностных задач и вибрационного анализа при проектировании оборудования атомной энергетики														
3. Моделирование и решение прочностных задач атомной и тепловой энергетики	1	2	4		12			18	ПК-1.1-3 1, У1, В1 ПК-1.2-3 1, У1, В1 ПК-1.3-3 1, У1, В1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6		ПЗ Кнтр	Зач	10

4. Моделирование, определение и анализ вибрационных характеристик оборудования атомной и тепловой энергетики	1	4		12			16	ПК-1.1-3 1, У1, В1 ПК-1.2-3 1, У1, В1 ПК-1.3-3 1, У1, В1 Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л2.5, Л2.6	ПЗ Кнтр	Зач	14
Защита проектов, выполненных в рамках практического задания											40
ИТОГО		10	34		64			108			100

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер темы дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Основы проектирования, задачи и виды САПР. Классификация САПР. Современные CAD/CAE-системы для моделирования и инженерного анализа в атомной энергетике.	2
1	Цифровая платформа Росатома «Логос» для инженерного анализа и компьютерного моделирования класса CAE (Computer-Aided Engineering). Интерфейс ПО «Логос». Цифровые инструменты и решаемые задачи.	2
1	Инструменты ПО «Логос» - «Логос Аэро-Гидро» для решения задач течения жидкости и газа, «Логос Тепло» для решения задач теплопроводности, излучения и фазовых переходов в твердых телах и неподвижных средах	2
2	Цифровая платформа Росатома ПО «Repeat» для проектирования оборудования и моделирования технологических процессов в атомной энергетике. Интерфейс ПО «Repeat». Функциональность и решаемые задачи.	2
3	Инструменты ПО «Логос» - «Логос Прочность» для решения задач статического и динамического упругопластического деформирования и разрушения конструкций, а также вибрационного анализа.	2
Всего		10

3.4. Тематический план практических занятий

Номер темы дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Ознакомление с интерфейсом «Модуль Логос.Тепло».	2
1	Моделирование процессов теплопроводности тонкой стенки.	2
1	Моделирование радиационно-конвективного теплообмена двух сфер.	4
1	Моделирование турбулентного течения в трубопроводе. Моделирование аэродинамики лопатки паровой турбины	4
1	Моделирование теплообмена половины сферы, состоящей из трех различных полусфер	2
1	Моделирование энерговыделения в элементе на подобие твэл	4
1	Моделирование теплового излучения твэл, восприятие тепла цилиндрической стенкой трубы	4
2	Моделирование теплогидравлических процессов в конденсатно-питательном тракте паротурбинной установки АЭС	4
3	Моделирование процессов нагружения закрепленной с одного конца балки. Моделирование упругой деформации закрепленной балки.	4

4	Моделирование и определение вибрационных характеристик элементов опорных конструкций насосов и турбин	4
	Всего	34

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер темы дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Программное обеспечение современных CAD/CAM/CAE-систем. Принципы построения систем графического моделирования	Изучение теоретического материала	4
1	Графические стандарты в САПР. Форматы графических файлов.	Изучение теоретического материала	2
1	Современные системы геометрического моделирования.	Изучение теоретического материала	2
1	Решение задач течения жидкости или газа в каналах в «Логос Аэро-Гидро»: Создание объемной модели и построение на ее базе геометрической модели (Объект моделирования задается курирующим преподавателем). Настройка геометрических построений.	Решение практического задания с использованием ПО	4
1	Решение задач в «Логос Аэро-Гидро»: Препроцессинг - Трансляция геометрической модели. Границные условия решаемой задачи. - Генерация сетки. Выбор расчетных параметров.	Решение практического задания с использованием ПО	2
1	Решение задач в «Логос Аэро-Гидро»: Постпроцессинг – анализ течения жидкости и газа в каналах произвольной (сложной) формы. Обтекание объекта моделирования. Приложение нагрузки. Просмотр, обработка и анализ результатов.	Решение практического задания с использованием ПО	6
1	Решение задач теплопроводности в «Логос Аэро-Гидро»: Создание объемной модели и построение на ее базе геометрической модели (Объект моделирования задается курирующим преподавателем). Настройка геометрических построений.	Решение практического задания с использованием ПО	4
1	Решение задач теплопроводности в «Логос Аэро-Гидро»: Препроцессинг - Трансляция геометрической модели. Границные условия решаемой задачи. - Генерация сетки. Выбор расчетных параметров.	Решение практического задания с использованием ПО	2
1	Решение задач в «Логос Аэро-Гидро»: Постпроцессинг – теплопроводность в объектах моделирования. Тепловое излучение. Приложение нагрузки к объекту моделирования. Просмотр, обработка и анализ результатов.	Решение практического задания с использованием ПО	6
2	Решение теплогидравлических задач в ПО	Решение	8

	«Repeat». Моделирование теплогидравлических процессов в тепловых схемах паротурбинных установок АЭС. Графическое представление схемы объекта моделирования. Генерация задачи. Отладка объекта моделирования. Вывод на расчет. Просмотр, обработка и анализ результатов.	практического задания с использованием ПО	
3	Решение задач статического и динамического деформирования в «Логос Прочность»: Создание объемной модели и построение на ее базе геометрической модели (Объект моделирования задается курирующим преподавателем). Настройка геометрических построений.	Решение практического задания с использованием ПО	4
3	Решение задач задач статического и динамического деформирования в «Логос Прочность»: Препроцессинг - Трансляция геометрической модели. Граничные условия решаемой задачи. - Генерация сетки. Выбор расчетных параметров.	Решение практического задания с использованием ПО	2
3	Решение задач в «Логос Прочность»: Постпроцессинг – Приложение нагрузки к объекту моделирования. Оценка прочностных характеристик объекта моделирования. Просмотр, обработка и анализ результатов.	Решение практического задания с использованием ПО	6
4	Оценка вибрационных характеристик в «Логос Прочность»: Создание объемной модели и построение на ее базе геометрической модели (Объект моделирования задается курирующим преподавателем). Настройка геометрических построений.	Решение практического задания с использованием ПО	4
4	Оценка вибрационных характеристик в «Логос Прочность»: Препроцессинг - Трансляция геометрической модели. Граничные условия решаемой задачи. - Генерация сетки. Выбор расчетных параметров.	Решение практического задания с использованием ПО	2
4	Оценка вибрационных характеристик в «Логос Прочность»: Постпроцессинг – Вибрационный анализ объекта моделирования. Просмотр, обработка и анализ результатов.	Решение практического задания с использованием ПО	6
Всего			64

4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «CAD/CAE-системы в атомной энергетике» по направлению подготовки 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» 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
	не зачтено	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	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
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 компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и
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	Ниже среднего	Низкий	
Шкала оценивания							
отлично		хорошо		удовлетворительно		неудовлетворительно	
зачтено				не зачтено			
ПК-1	ПК-1.1	Знать					

		Назначение и основные принципы применения CAD/CAE-систем в технических системах атомной и тепловой энергетики	Знает назначение и основные принципы применения CAD/CAE-систем в технических системах атомной и тепловой энергетики, при ответе не допускает ошибок.	Знает назначение и основные принципы применения CAD/CAE-систем в технических системах атомной и тепловой энергетики, при ответе допускает несколько негрубых ошибок.	Плохо знает назначение и основные принципы применения CAD/CAE-систем в технических системах атомной и тепловой энергетики, при ответе допускает множество негрубых ошибок.	Уровень знаний ниже минимальных требований, при ответе имеют допускает грубые ошибки.
--	--	---	--	--	--	---

ПК-1	ПК-1.1	Уметь				
		Выбирать оптимальные тип технологической схемы, параметры работы и характеристики оборудования и процессов, протекающих в технических системах АЭС и ТЭС для их представления в CAD/CAE-системах	Демонстрирует умение выбирать оптимальные тип технологической схемы, параметры работы и характеристики оборудования и процессов, протекающих в технических системах АЭС и ТЭС для их представления в CAD/CAE-системах, не допускает ошибок.	Демонстрирует умение выбирать оптимальные тип технологической схемы, параметры работы и характеристики оборудования и процессов, протекающих в технических системах АЭС и ТЭС для их представления в CAD/CAE-системах, допускает несколько негрубых ошибок.	Демонстрирует умение выбирать оптимальные тип технологической схемы, параметры работы и характеристики оборудования и процессов, протекающих в технических системах АЭС и ТЭС для их представления в CAD/CAE-системах, допускает множество негрубых ошибок.	При выборе оптимальных типа технологической схемы, параметров работы и характеристик оборудования и процессов, протекающих в технических системах АЭС и ТЭС для их представления в CAD/CAE-системах, допускает грубые ошибки.

ПК-1	ПК-1.1	Владеть				
		Навыками настройки и отладки математических моделей и иных цифровых продуктов решений, применяемых в технических системах АЭС	Может без ошибок и недочетов продемонстрировать навыки настройки и отладки математических моделей и иных цифровых продуктов решений, применяемых в технических системах АЭС	При демонстрации навыков настройки и отладки математических моделей и иных цифровых продуктов и решений, применяемых в технических системах АЭС допускает несколько негрубых ошибок.	Демонстрирует минимальный набор навыков настройки и отладки математических моделей и иных цифровых продуктов и решений, применяемых в технических системах АЭС	Не может продемонстрировать базовые навыки настройки и отладки математических моделей и иных цифровых продуктов и решений, применяемых в технических системах АЭС, допускает грубые ошибки.

ПК-1	ПК-1.2	Знать				
		Основные принципы производства тепловой и электрической энергии в технологических системах атомной и тепловой энергетики	Знает назначение и основные принципы производства тепловой и электрической энергии в технологических системах атомной и тепловой энергетики, при ответе не допускает ошибок.	Знает назначение и основные принципы производства тепловой и электрической энергии в технологических системах атомной и тепловой энергетики, при ответе допускает несколько негрубых ошибок.	Плохо знает назначение и основные принципы производства тепловой и электрической энергии в технологических системах атомной и тепловой энергетики, при ответе допускает множество негрубых ошибок.	Уровень знаний ниже минимальных требований, при ответе имеют допускает грубые ошибки.

ПК-1	ПК-1.2	Уметь				
------	--------	-------	--	--	--	--

			технических систем АЭС	несколько негрубых ошибок.	систем АЭС	систем АЭС, допускает грубые ошибки.
--	--	--	------------------------	----------------------------	------------	--------------------------------------

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.)	Место издания, 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	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013403.html	1
2	Проскуряков К. Н.	Ядерные энергетические установки	учебное пособие	М.: Издательский дом МЭИ	2019	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97853830012697.html	1
3	Кузьмин А. М., Шмелев А. Н., Аксёнов В. А.	Моделирование физических процессов в энергетических ядерных реакторах на быстрых нейтронах	учебное пособие	М.: Издательский дом МЭИ	2019	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012529.html	1

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие,	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке
4	Зорин В. М.	Атомные электростанции	учебное пособие	М.: Издательский дом МЭИ	2017	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011782.html	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	https://e.lanbook.com/book/100623	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	https://www.book.ru/book/932051	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»	https://e.lanbook.com/
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	https://ibooks.ru/

6.2.2. Профессиональные базы данных

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

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	«Гарант»	http://www.garant.ru/	Требуется регистрация

2	«Консультант плюс»	http://www.consultant.ru/	Требуется регистрация
3	ИСС «Кодекс» / «Техэксперт»	http://app.kgeu.local/Home/Apps	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 AcademicEdition+	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	https://download.moodle.org/releases/latest/

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, моноблок (7 шт.), 5 компьютеров с монитором
2	Практические занятия	Учебная аудитория для проведения практических занятий	38 посадочных мест, доска аудиторная, проектор, моноблок (7 шт.), 5 компьютеров с монитором
3	Самостоятельная работа обучающегося	Читальный зал библиотеки	88 посадочных мест, проектор, переносной экран, 2 телевизора, 31 компьютер с монитором

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. 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), totally 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.

Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20__ /20__
учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. _____

2. _____

3. _____

*Указываются номера страниц, на которых
внесены изменения,
и кратко дается характеристика этих
изменений*

Программа одобрена на заседании кафедры разработчиков., протокол №

Зав. кафедрой АТЭС _____

Программа одобрена методическим советом института теплоэнергетики
г., протокол №

Зам. директора по УМР _____
/ _____ /

Подпись, дата



Приложение к рабочей программе дисциплины

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

КГЭУ

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

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ по дисциплине

CAD/CAE-системы в атомной энергетике

Направление подготовки 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика»

Профиль Цифровой инжиниринг в атомной энергетике

Квалификация магистр

Оценочные материалы по дисциплине «CAD/CAE-системы в атомной энергетике»

- комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-1. Владеет методами моделирования процессов и элементов в технических системах АЭС

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: письменная контрольная работа, тестовые задания, расчетно-практическое задание, отработка предпусковых и пусковых режимов на тренажере-симуляторе.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 1 семестр. Форма промежуточной аттестации зачет.

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

1. Технологическая карта

Семестр 1

Наименование контрольного мероприятия	Рейтинговые показатели				
	I текущий контроль	II текущий контроль	III текущий контроль	Итого	Промежуточная аттестация
Итого					
Раздел 1-4. Подготовка и прохождение обучающимся письменных контрольных работ по разделам / подразделам (учебным модулям) дисциплины – (КнтрР)	10	10	10	30	
Раздел 1-4. Выполнение обучающимся практического задания (проекта) по разделам / подразделам (учебным модулям) дисциплины – (ПЗ)	8	8	14	30	
Итого за З ТК				60	
Промежуточная аттестация					
Защита проектов, выполненных в рамках					40

практического задания					
Всего баллов					100

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
Практическое задание / проект (ПЗ)	Представляет собой проект, направленный на моделирование оборудования и/или технологических процессов, протекающих в технических системах АЭС, с использованием программно-технических комплексов, в том числе цифровых продуктов (платформы) CAD/CAE-систем ГК «Росатом». Выполняемое задание, в зависимости от сложности, от составных элементов объекта моделирования может быть выполнено обучающимся в течение семестра или разбито курирующим преподавателем на последовательно меньшие задачи, выполняемые по тематике (разделу) дисциплины.	Объекты моделирования - Варианты технологических схем оборудования, установок и систем, а также элементов самого оборудования атомной энергетики, включая трубопроводы или схожих (близких по сути) к ним тепловых электростанций
Письменная контрольная работа (Кнтр)	Представляет собой теоретические вопросы по пройденной (ранее изученной) теме.	Варианты заданий
Защита проектов, выполненных в рамках практического задания	В формате собеседования, устные вопросы на содержание и умение обучающегося осуществлять моделирование оборудования и энергетических систем.	Список вопросов

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	Практическое задание/проект (ПЗ)
Представление и содержание оценочных материалов	Выполняется в оболочке программно-технического комплекса, храниться в виде электронного файла(ов) проекта. Выполняется по вариантам в зависимости от принятого объекта моделирования (типа решаемой задачи) разного уровня сложности по различным темам дисциплины. Задание позволяет оценить уровень практической подготовки обучающегося, умение использовать CAD/CAE-системы для проектирования и моделирования оборудования технических систем АЭС. 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.

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>Выполненным считается задание, которое заканчивается разработкой готовой компьютерной, цифровой модели, которую можно выводить на расчет. Программа расчета полностью соответствует задачам моделирования. Поучаемые 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>Максимальное количество баллов, которое может набрать обучающийся за выполнение проекта, серии практических заданий – 25 баллов.</p>
---	---

Наименование оценочного средства	Письменная контрольная работа (КнР)
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Оформляется в отдельной тетради. Выполняется по вариантам. Один вариант задания включает 5 теоретических вопросов, разного уровня сложности по различным темам дисциплины. Задание позволяет оценить теоретический уровень подготовки обучающегося.</p> <p>Количество проводимых письменных контрольных работ в семестре – 3.</p>
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>Полные, правильные ответы на все 5 заданий, в рамках одной контрольной работы – 10 баллов;</p> <p>По итогам обучения в семестре, максимальное количество баллов, которое может набрать обучающийся – 30 баллов</p>

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	Защита проектов, выполненных в рамках практического задания - зачет в форме собеседования
Представление и содержание оценочных материалов	<p>Средство контроля в виде беседы преподавателя со студентом. Обучающийся представляет проект или результаты выполнения серии практических заданий. Задание включает моделирование фрагмента (отдельный элемент или узел) технологической схемы энергоустановки. Обучающийся в течение семестра создает компьютерную модель, выполняет ее расчет. На промежуточной аттестации обучающийся поясняет методологию выполнения практических заданий.</p>

ПК-1.1 Владеет современными информационными цифровыми технологиями, применяемыми в процессе производства тепловой и электрической энергии с использованием ядерного топлива

Знать:

Назначение и основные принципы применения CAD/CAE-систем в технических системах атомной и тепловой энергетики

1. С какой целью применяются системы автоматизированного проектирования? Как они классифицируются?
2. Как расшифровываются аббревиатуры CAD/CAM/CAE-систем? В чем их различия и направления применения?
3. Какие инженерные и исследовательские задачи можно решать с помощью модуля «Логос. Аэро-Гидро»?
4. Какие инженерные и исследовательские задачи можно решать с помощью модуля «Логос. Тепло»?
5. Какое назначение у модулей ПО «ЛОГОС» - ЛОГОС Scientific View и ЛОГОС Препост.

Уметь:

Выбирать оптимальные тип технологической схемы, параметры работы и характеристики оборудования и процессов, протекающих в технических системах АЭС и ТЭС для их представления в CAD/CAE-системах

1. В какой части интерфейса «ЛОГОС. Тепло» задается коэффициент теплопроводности материала?
2. В какой части интерфейса «ЛОГОС. Тепло» задается температура на гранях объекта моделирования?
3. В какой части интерфейса «ЛОГОС. Тепло» задаются геометрические размеры трубопровода, его диаметр, толщина стенки, длина?
4. Как с помощью интерфейса ПО «ЛОГОС» задать характеристики энерговыделения ТВЭЛ?
5. Как с помощью интерфейса модуля «ЛОГОС. Аэро-Гидро» задать скорость течения рабочего тела по каналу заданного размера?

Владеть:

Навыками настройки и отладки математических моделей и иных цифровых продуктов и решений, применяемых в технических системах АЭС

1. С помощью дополнительной настройки модели куба и его свойств в ПО «ЛОГОС» решите задачу ускорения остывания куба. Решить задачу на примере ранее выполненной работы.
2. Проведите анализ влияния различных факторов на энерговыделение в элементе на подобие ТВЭЛ (на примере ранее выполненной работы)
3. С помощью ПО «ЛОГОС» необходимо провести расчет напряженно-деформированного состояния швеллера при закреплении усилий вдоль конструкции, а также с приложением усилий с целью скручивания моделируемого объекта.

4. Проведите оценку напряженно-деформированного состояния швеллера с отверстием вдоль его длины и без отверстия. Условия и заданные исходные данные принять из условия ранее выполненной работы моделирования упругой деформации балки, закрепленной с одного конца.

5. Следует провести отладку компьютерной модели теплопередачи тонкой стенки при стационарных условиях в ПО «ЛОГОС» с целью подтверждения компьютерного расчета результатам определения плотности теплового потока, получаемым по общепринятым формулам для плоской стенки.

ПК-1.2 Владеет современными технологиями производства тепловой и электрической энергии с использованием ядерного топлива

Знать:

Основные принципы производства тепловой и электрической энергии в технологических системах атомной и тепловой энергетики

1. Какие параметры (характеристики) влияют на скорость движения теплоносителя в трубной системе энергоблока?

2. Какие параметры (характеристики) влияют на энерговыделение в активной зоне ядерного реактора?

3. Какие факторы влияют на передачу теплоты через трубку ТВЭЛ?

4. Почему при медленном остывании куба на его ребрах температура отличается от температуры на гранях?

5. Какие важнейшие характеристики конструкционных материалов энергообъектов можно отнести к прочностным характеристикам?

Уметь:

Определять и рассчитывать параметры работы и характеристики оборудования и процессов, протекающих в технических системах АЭС и ТЭС

1. Какую температуру имеет вода за питательным насосом?

2. Какой рабочий диапазон температур на периферии активной зоны ядерного реактора?

3. Как определяется напор, создаваемый конденсатными насосами паротурбинной установки электростанции?

4. Как определить тип течения воды в трубной системе (ламинарный или турбулентный)?

5. С помощью каких критериев можно оценить прочность элементов конструкции оборудования энергообъектов?

Владеть:

Навыками анализа параметров работы и характеристик оборудования и процессов, протекающих в технических системах АЭС и ТЭС

1. С помощью инструментов модуля «ScientificView» определить линейное удлинение балки (на примере ранее выполненной работы)

2. С помощью инструментов модуля «ScientificView» постройте график изменения температуры на поверхности плоской платины от времени (на примере ранее выполненной работы).

3. С помощью инструментов модуля «ScientificView» провести оценку изменения температуры на внешней поверхности большей сферы в зависимости от коэффициента теплоотдачи в окружающую среду. Анализ и результата свести к графической зависимости (на примере ранее выполненной работы)

4. С помощью инструментов модуля «ScientificView» провести оценку изменения температуры на внутренней поверхности большей сферы в зависимости от коэффициента теплоотдачи в окружающую среду. Анализ и результата свести к графической зависимости (на примере ранее выполненной работы)

5. С помощью инструментов модуля «ScientificView» определить время полного остывания куба с заданными свойствами материала (на примере ранее выполненной работы).

ПК-1.3 Способен использовать пакеты прикладных программ для моделирования технологических процессов и элементов в технических системах АЭС

Знать:

Принципы и подходы создания математических и компьютерных моделей в пакетах прикладных программ

1. Назовите основные виды двух- и трехмерных видов сетки расчетной модели произвольной геометрии.

2. В данной вкладке ПО «ЛОГОС» можно выбрать/задать определенные физические свойства моделируемого объекта?

3. Как в ПО «ЛОГОС» можно скрыть отображение геометрии тела (у модели), оставив лишь сеточную модель?

4. В какой вкладке ПО «Логос» можно используя готовые библиотеки данных выбрать/задать форму моделируемого объекта?

5. Какое количество границ будет создано в параметре модели «Границы», если компонент модели в виде куба разбить «по углу»?

Уметь:

Применять пакеты прикладных программ для создания и отладки математических и компьютерных моделей процессов и элементов технических систем АЭС

1. Опишите порядок создания и сохранения проекта в модуле «ЛОГОС. Тепло».

2. Опишите порядок создания (разбиения и наложения) поверхностной и объемной сеточной модели в ПО «ЛОГОС».

3. Опишите порядок создания сеточной модели методом протягивания.

4. Опишите, как в ПО «ЛОГОС» осуществляется настройка расчетов СЛАУ?

5. Опишите, как в ПО «ЛОГОС» можно осуществлять отладку создаваемой модели?

Владеть:

	<p>Навыками анализа, верификации, обработки и представления результатов моделирования процессов и элементов технических систем АЭС</p> <p>1. Как в модулях «ЛОГОС. Тепло» можно проводить оценку качества сеточной модели?</p> <p>2. С помощью каких инструментов модуля «ScientificView» можно проводить анализ результатов расчета?</p> <p>3. С помощью каких инструментов модуля «ScientificView» можно представлять результаты расчетов в виде графиков?</p> <p>4. С помощью каких инструментов ПО «ЛОГОС» можно проводить верификацию создаваемой модели?</p> <p>5. С помощью каких инструментов ПО «ЛОГОС» можно оценивать погрешность рассчитываемых величин?</p>
--	--

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>Критериями оценки выполнения задания, согласно достигнутого уровня, являются:</p> <p><i>Высокий уровень:</i></p> <p>Ответ на задаваемый вопрос – полный, развернутый, изложен грамотным языком с точным использованием терминологии, обучающийся реагирует на вопросы и способен поддерживать диалог – 30-45 баллов</p> <p><i>Средний уровень:</i></p> <p>в ответе на вопрос показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала, ответ изложен грамотным языком, допущены некоторые ошибки в использовании терминологии – 15-29 баллов.</p> <p><i>Нижнее среднего уровень:</i></p> <p>Ответ на поставленный вопрос - неполный, отмечена непоследовательность изложения материала, при ответе на вопрос имелись затруднения и допущены ошибки в определении понятий и в использовании терминологии, при изложении материала есть негрубые лексико-грамматические ошибки –0-14 баллов.</p> <p>Минимальное количество баллов за зачет – 1</p> <p>Максимальное количество баллов за зачет – 40</p>
---	--

Объем программы для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		1
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	20	20
Лекционные занятия (Лек)	4	4
Практические занятия (Лр)	6	6
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	98	98
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (зачет)	4	4