



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

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

9 28.04.2026

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики
Чичирова Н.Д.

«21»июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерные технологии при проектировании технологических процессов

Направление подготовки 16.04.01 Техническая физика

Направленность(и) (профиль(и)) Теплофизика

Квалификация магистр

г. Казань, 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 16.04.01 Техническая физика (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 699)

Программу разработал(и):

Зав. кафедрой ТОТ, д.т.н. _____Дмитриев Андрей Владимирович

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Теоретические основы теплотехники, протокол №229 от 15.06.2021

Зав. кафедрой _____Дмитриев А.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Теоретические основы теплотехники, протокол №229 от 15.06.2021

Зав. кафедрой _____Дмитриев А.В.

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 5/21 от 21.06.2021

Зам. директора института Теплоэнергетики _____/Власов С.М./

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики протокол № 5/21 от 21.06.2021

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____/Дмитриев А.В./

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Компьютерные технологии при проектировании технологических процессов» являются: ознакомление студентов с существующими коммерческими CFD пакетами для решения задач газовой динамики и гидромеханики и обретение навыков работы с одним из типичных пакетов.

Задачами дисциплины являются:

- разработка и выполнение чертежей, графиков средствами CFD-пакетов для решения задач газовой динамики и гидромеханики,
- отработка навыков инженерных расчетов в MS Excel.

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
<p>ПК-2 Готовность и способность применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы искусственных нейронных сетей и моделирования для создания инновационных принципов, постановок задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий</p>	<p>ПК-2.2 Применяет методы искусственных нейронных сетей и моделирования для создания инновационных принципов</p>	<p><i>Знать:</i> осуществление теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, различные упрощения уравнений Навье–Стокса для несжимаемой жидкости; основные особенности и характеристики турбулентных течений жидкости, алгебраические и дифференциальные модели турбулентности; возможности современных пакетов прикладных программ в области механики жидкости и газа, возможность использования метода искусственных нейронных сетей для расчета конструктивных и технологических параметров</p> <p><i>Уметь:</i> работать в среде графического редактора для создания геометрии расчетной области и сеточного разбиения; задавать граничные условия; выбирать и задавать свойства среды, в том числе для смесей; работать с файлами, создаваемыми CFD пакетами (импортировать, экспортировать, редактировать); адаптировать созданное сеточное разбиение; создавать дополнительные функции; представлять расчетные результаты в графическом виде и вычислять интегральные характеристики; работать с технологической документацией, технической litera-турой, научно-техническими отчета-ми, справочниками и другими</p>

		<p>ин-формационными источниками по механике жидкости и газа; выполнять инженерные расчеты по основным типам профессиональных задач, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p> <p><i>Владеть:</i> навыками анализа предложений по доработке спроектированных технологических процессов; создания новых знаний прикладного характера в области проектирования и разработки технологических процессов; обеспечения применения передового отечественного и зарубежного опыта технологического проектирования.</p>
<p>ПК-1 Способность критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, анализировать, обобщать и применять полученные результаты</p>	<p>ПК-1.2 Формулирует задачи и разрабатывает программу исследования</p>	<p><i>Знать:</i> физические и математические модели и методы решения, включенные в программу; круг задач, решаемых с помощью CFD пакетов; основы математического и физического моделирования; основы теории подобия, как проводить анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений</p> <p><i>Уметь:</i> разрабатывать планы исследований, выполнять эксперименты по гидродинамике различных потоков, проводить измерения параметров и анализировать экспериментальные результаты на основе теории подобия; оценить эффективность работы конкретного насоса и вентилятора в сети; организовывать работы по освоению и обслуживанию подчиненными технических средств и средств автоматизации проектирования</p>

	ПК-1.3 Выбирает способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач	<p><i>Владеть:</i></p> <p>навыками решения стандартных задач гидроаэромеханики средствами современных коммерческих CFD пакетов, включая все этапы: препроцессинг, решение, постпроцессинг; навыками физического моделирования с соблюдением условий подобия; методиками получения и обобщения результатов численного и физического исследований течений жидкости в виде критериальных уравнений, их корректного применения; навыками работы с технической литературой по гидродинамике, гидродинамических инженерных расчетов; непосредственное или через руководителей групп проведение работ по освоению и внедрению в цехах спроектированных типовых, групповых и единичных технологических процессов.</p>
--	--	---

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Компьютерные технологии при проектировании технологических процессов относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 16.04.01 Техническая физика.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
УК-4		Производственная практика (научно-исследовательская работа)
ОПК-2	Математическое моделирование в теплофизике	
ОПК-6	Информационные технологии в технической физике	
ОПК-8	Информационные технологии в технической физике	
ПК-1		Производственная практика (научно-исследовательская работа) Производственная практика (преддипломная практика)
ПК-2		Производственная практика (преддипломная практика)

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

- знать теоретические основы о составе, свойствах и строении веществ, основные физические законы;
- уметь пользоваться нормативно-методической документацией и справочниками системы автоматизированного проектирования технологических процессов;
- владеть математическими методами дифференцирования и интегрирования функций, основами математического моделирования, основными методами теоретического и экспериментального исследования.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 29 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 8 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 16 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 44 час., контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		4
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	29	29
Лекционные занятия (Лек)	8	8
Лабораторные занятия (Лаб)	16	16
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Консультации (Конс)	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	44	44
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	35	35
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	Эк	Эк

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,	Литература	Формы текущего контроля	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка <i>точной</i>	к <i>промежу аттестации</i>	Сдача зачета / экзамена					
Раздел 1. Численные методы решения задач аэрогидромеханики. Метод конечных объемов.														
1. Численные методы решения задач аэрогидромеханики. Метод конечных объемов.	4	2	4		11		8		25	ПК-1.2-31, ПК-1.2-У1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1, ПК-1.3-В1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2	Рфр	Э	15
Раздел 2. САЕ –проектирование. Возможности CFD пакетов в области теплофизики.														
2. САЕ – проектирование. Возможности CFD пакетов в области теплофизики.	4	2	4		11		9		26	ПК-1.2-31, ПК-1.2-У1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1, ПК-1.3-В1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2	Рфр	Э	15
Раздел 3. Инженерный анализ в теплофизике														

3. Инженерный анализ в теплофизике	4	2		4	2	11		9		28	ПК-1.2-31, ПК-1.2-У1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1, ПК-1.3-В1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2	Рфр	Э	15
Раздел 4. Компьютерные технологии в моделировании теплоэнергетических систем, процессов и установок. Модели и виды моделирования.															
4. Компьютерные технологии в моделировании теплоэнергетических систем, процессов и установок. Модели и виды моделирования.	4	2		4		11	2	9		29	ПК-1.2-31, ПК-1.2-У1, ПК-2.2-31, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1, ПК-1.3-В1	Л1.1, Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2	Рфр	Э	15
Экзамен	4														40
ИТОГО		8		16	2	44	2	35	1	108					100

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Введение. Основные понятия об аэрогидромеханике. Численные методы решения задач по аэрогидромеханике. Метод конечных объемов.	2
2	Основные уравнения и условия однозначности в анализе теплофизических процессов. Уравнение энергии. Уравнение неразрывности (сплошности). Уравнения движения вязкой жидкости. Уравнения Навье–Стокса. Возможности CAE- проектирования. CFD пакеты прикладных программ.	2
3	Изучение инженерного проектирования и анализа технологических процессов в теплофизике с применением программных комплексов.	2
4	Состояние и перспективы использования компьютерных технологий в моделировании теплоэнергетических систем, процессов и установок. Классификация моделей и видов моделирования.	2
	Всего	8

3.4. Тематический план практических занятий

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

3.5. Тематический план лабораторных работ

Номер раздела дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, час.
1	Построение трехмерной геометрии циклонного сепаратора	4
2	Численное моделирование газодинамики внутри циклонного сепаратора	4
3	Численное моделирование газодинамики внутри циклонного сепаратора с бункером	4
4	Численный расчет движения частиц в циклонном сепараторе с бункером	4
Всего		16

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Реферат по заданной теме	Самостоятельное выполнение, подготовка и защита реферата по заданной теме.	11
2	Реферат по заданной теме	Самостоятельное выполнение, подготовка и защита реферата по заданной теме.	11
3	Реферат по заданной теме	Самостоятельное выполнение, подготовка и защита реферата по заданной теме.	11
4	Реферат по заданной теме	Самостоятельное выполнение, подготовка и защита реферата по заданной теме.	11
Всего			44

4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии (лекции в сочетании с практическими занятиями, семинарами и с лабораторными работами, самостоятельное изучение определённых разделов) и современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств:

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	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, некоторые недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными 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
	Компетенция в полной мере не сформирована.	Сформированность компетенции соответствует	Сформированность компетенции в целом соответствует	Сформированность компетенции полностью

Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	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	достижения	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
		Знать				

ПК-1	ПК-1.2	физические и математические модели и методы решения, включенные в программу; круг задач, решаемых с помощью CFD пакетов; основы математического и физического моделирования; основы теории подобия, как проводить анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	Знает физические и математические модели и методы решения, включенные в программу; круг задач, решаемых с помощью CFD пакетов; основы математического и физического моделирования; основы теории подобия, как проводить анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	Знает физические и математические модели и методы решения, включенные в программу; круг задач, решаемых с помощью CFD пакетов; основы математического и физического моделирования; основы теории подобия, как проводить анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок	Плохо знает физические и математические модели и методы решения, включенные в программу; круг задач, решаемых с помощью CFD пакетов; основы математического и физического моделирования; основы теории подобия, как проводить анализ научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
		Уметь				

	<p>разрабатывать планы исследований, выполнять эксперименты по гидродинамике различных потоков, проводить измерения параметров и анализировать экспериментальные результаты на основе теории подобия; оценить эффективность работы конкретного насоса и вентилятора в сети; организовывать работы по освоению и обслуживанию подчиненными технических средств и средств автоматизации проектирования</p>	<p>Умеет разрабатывать планы исследований, выполнять эксперименты по гидродинамике различных потоков, проводить измерения параметров и анализировать экспериментальные результаты на основе теории подобия; оценить эффективность работы конкретного насоса и вентилятора в сети; организовывать работы по освоению и обслуживанию подчиненными технических средств и средств автоматизации проектирования</p>	<p>Умеет разрабатывать планы исследований, выполнять эксперименты по гидродинамике различных потоков, проводить измерения параметров и анализировать экспериментальные результаты на основе теории подобия; оценить эффективность работы конкретного насоса и вентилятора в сети; организовывать работы по освоению и обслуживанию подчиненными технических средств и средств автоматизации проектирования, допускает при этом ряд небольших ошибок</p>	<p>В целом демонстрирует умение разрабатывать планы исследований, выполнять эксперименты по гидродинамике различных потоков, проводить измерения параметров и анализировать экспериментальные результаты на основе теории подобия; оценить эффективность работы конкретного насоса и вентилятора в сети; организовывать работы по освоению и обслуживанию подчиненными технических средств и средств автоматизации проектирования</p>	<p>При решении задач не демонстрирует умение разрабатывать планы исследований, выполнять эксперименты по гидродинамике различных потоков, проводить измерения параметров и анализировать экспериментальные результаты на основе теории подобия; оценить эффективность работы конкретного насоса и вентилятора в сети; организовывать работы по освоению и обслуживанию подчиненными технических средств и средств автоматизации проектирования</p>
	Владеть				

	ПК-1.3	<p>навыками решения стандартных задач гидроаэромеханики средствами современных коммерческих CFD пакетов, включая все этапы: препроцессинг, решение, постпроцессинг; навыками физического моделирования с соблюдением условий подобия; методиками получения и обобщения результатов численного и физического исследований течений жидкости в виде критериальных уравнений, их корректного применения; навыками работы с технической литературой по гидродинамике, гидродинамических инженерных расчетов; непосредственное или через руководителей групп проведение работ по освоению и внедрению в цехах спроектированных типовых, групповых и единичных технологических процессов.</p>	<p>Владеет навыками решения стандартных задач гидроаэромеханики средствами современных коммерческих CFD пакетов, включая все этапы: препроцессинг, решение, постпроцессинг; навыками физического моделирования с соблюдением условий подобия; методиками получения и обобщения результатов численного и физического исследований течений жидкости в виде критериальных уравнений, их корректного применения; навыками работы с технической литературой по гидродинамике, гидродинамических инженерных расчетов; непосредственное или через руководителей групп проведение работ по освоению и внедрению в цехах спроектированных типовых, групповых и единичных технологических процессов.</p>	<p>Продемонстрированы базовые навыки решения стандартных задач гидроаэромеханики средствами современных коммерческих CFD пакетов, включая все этапы: препроцессинг, решение, постпроцессинг; навыками физического моделирования с соблюдением условий подобия; методиками получения и обобщения результатов численного и физического исследований течений жидкости в виде критериальных уравнений, их корректного применения; навыками работы с технической литературой по гидродинамике, гидродинамических инженерных расчетов; непосредственное или через руководителей групп проведение работ по освоению и внедрению в цехах спроектированных типовых, групповых и единичных технологических процессов.</p>	<p>Имеется минимальный набор навыков решения стандартных задач гидроаэромеханики средствами современных коммерческих CFD пакетов, включая все этапы: препроцессинг, решение, постпроцессинг; навыками физического моделирования с соблюдением условий подобия; методиками получения и обобщения результатов численного и физического исследований течений жидкости в виде критериальных уравнений, их корректного применения; навыками работы с технической литературой по гидродинамике, гидродинамических инженерных расчетов; непосредственное или через руководителей групп проведение работ по освоению и внедрению в цехах спроектированных типовых, групповых и единичных технологических процессов.</p>	<p>Не продемонстрированы базовые навыки, допущены грубые ошибки</p>
--	--------	--	--	---	---	---

ПК-2	ПК-2.2	Знать			Уровень знаний ниже минимального требования, допускает грубые ошибки
		<p>осуществление теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, различные упрощения уравнений Навье– Стокса для несжимаемой жидкости; основные особенности и характеристики турбулентных течений жидкости, алгебраические и дифференциальные модели турбулентности; возможности современных пакетов прикладных программ в области механики жидкости и газа, возможность использования метода искусственных нейронных сетей для расчета конструктивных и технологических параметров</p>	<p>Знает, как осуществить теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, различные упрощения уравнений Навье–Стокса для несжимаемой жидкости; основные особенности и характеристик турбулентных течений жидкости, алгебраически е и дифференциаль ные модели турбулентности; возможности современных пакетов прикладных программ в области механики жидкости и газа, возможность использования метода искусственных нейронных сетей для расчета конструктивных и технологических параметров</p>	<p>Знает, как осуществить теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, различные упрощения уравнений Навье–Стокса для несжимаемой жидкости; основные особенностей и характеристик турбулентных течений жидкости, алгебраически е и дифференциальные модели турбулентности; возможности современных пакетов прикладных программ в области механики жидкости и газа, возможность использования метода искусственных нейронных сетей для расчета конструктивных и технологических параметров, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, при ответе может допустить несколько негрубых ошибок</p>	
		Уметь			

	<p>работать в среде графического редактора для создания геометрии расчетной области и сеточного разбиения; задавать граничные условия; выбирать и задавать свойства среды, в том числе для смесей; работать с файлами, создаваемыми CFD пакетами (импортировать, экспортировать, редактировать); адаптировать созданное сеточное разбиение; создавать дополнительные функции; представлять расчетные результаты в графическом виде и вычислять интегральные характеристики; работать с технологической документацией, технической литературой, научно-техническими отчетами-ми, справочниками и другими информационными источниками по механике жидкости и газа; выполнять инженерные расчеты по основным типам профессиональных задач, оформлять результаты научных исследований и опытно-конструкторских работ</p>	<p>Умеет работать в среде графического редактора для создания геометрии расчетной области и сеточного разбиения; задавать граничные условия; выбирать и задавать свойства среды, в том числе для смесей; работать с файлами, создаваемыми CFD пакетами (импортировать, экспортировать, редактировать); адаптировать созданное сеточное разбиение; создавать дополнительные функции; представлять расчетные результаты в графическом виде и вычислять интегральные характеристик и; работать с технологической документацией, технической литературой, научно-техническими отчетами-ми, справочниками и другими информационными источниками по механике жидкости и газа; выполнять инженерные расчеты по основным типам профессиональных задач, оформлять результаты научных исследований и опытно-конструкторских работ</p>	<p>Умеет работать в среде графического редактора для создания геометрии расчетной области и сеточного разбиения; задавать граничные условия; выбирать и задавать свойства среды, в том числе для смесей; работать с файлами, создаваемыми CFD пакетами (импортировать, экспортировать, редактировать); адаптировать созданное сеточное разбиение; создавать дополнительные функции; представлять расчетные результаты в графическом виде и вычислять интегральные характеристик и; работать с технологической документацией, технической литературой, научно-техническими отчетами-ми, справочниками и другими информационными источниками по механике жидкости и газа; выполнять инженерные расчеты по основным типам профессиональных задач, допускает при этом ряд небольших ошибок</p>	<p>В целом демонстрирует умение работать в среде графического редактора для создания геометрии расчетной области и сеточного разбиения; задавать граничные условия; выбирать и задавать свойства среды, в том числе для смесей; работать с файлами, создаваемыми CFD пакетами (импортировать, экспортировать, редактировать); адаптировать созданное сеточное разбиение; создавать дополнительные функции; представлять расчетные результаты в графическом виде и вычислять интегральные характеристик и; работать с технологической документацией, технической литературой, научно-техническими отчетами-ми, справочниками и другими информационными источниками по механике жидкости и газа; выполнять инженерные расчеты по основным типам профессиональных задач.</p>	<p>При решении задач не демонстрирует умение работать в среде графического редактора для создания геометрии расчетной области и сеточного разбиения; задавать граничные условия; выбирать и задавать свойства среды, в том числе для смесей; работать с файлами, создаваемыми CFD пакетами (импортировать, экспортировать, редактировать); адаптировать созданное сеточное разбиение; создавать дополнительные функции; представлять расчетные результаты в графическом виде и вычислять интегральные характеристик и; работать с технологической документацией, технической литературой, научно-техническими отчетами-ми, справочниками и другими информационными источниками по механике жидкости и газа; выполнять инженерные расчеты по основным типам профессиональных задач</p>
--	--	---	--	---	---

		Владеть			
	навыками анализа предложений по доработке спроектированных технологических процессов; создания новых знаний прикладного характера в области проектирования и разработки технологических процессов; обеспечения применения передового отечественного и зарубежного опыта технологического проектирования.	Владеет навыками анализа предложений по доработке спроектированных технологических процессов; создания новых знаний прикладного характера в области проектирования и разработки технологических процессов; обеспечения применения передового отечественного и зарубежного опыта технологического проектирования.	Продемонстрированы базовые навыки анализа предложений по доработке спроектированных технологических процессов; создания новых знаний прикладного характера в области проектирования и разработки технологических процессов; обеспечения применения передового отечественного и зарубежного опыта технологического проектирования.	Имеется минимальный набор навыков анализа предложений по доработке спроектированных технологических процессов; создания новых знаний прикладного характера в области проектирования и разработки технологических процессов; обеспечения применения передового отечественного и зарубежного опыта технологического проектирования.	Не продемонстрированы базовые навыки, допущены 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	Павловский В. А., Никущенко Д. В.	Вычислительная гидродинамика. Теоретические основы	учебное пособие	СПб.: Лань	2021	https://e.lanbook.com/book/154392	1
2	Горлач Б. А., Шахов В. Г.	Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация	учебное пособие	СПб.: Лань	2021	https://e.lanbook.com/book/169100	1
3	Семакин И. Г., Русакова О. Л., Тарунин Е. Л., Шкарапута А. П.	Программирование, численные методы и математическое моделирование	Учебное пособие	М.: Кнорус	2020	https://book.ru/book/932970	1

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник,	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеках
1	Благовещенский В. В.	Компьютерные лабораторные работы по физике в пакете MathCad + CD	учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань	2013	https://e.lanbook.com/book/42975	
2	Турчак Л. И.	Основы численных методов	учебное пособие для вузов	М.: Физматлит	2005		17

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/
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	https://www.book.ru/
4	<u>Энциклопедии, словари, справочники</u>	http://www.rubricon.com
5	Портал "Открытое образование"	http://npoed.ru
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	zbMATH	zbmath.org	zbmath.org
2	SpringerLink	www.link.springer.com	www.link.springer.com
3	Электронная библиотека	diss.rsl.ru	diss.rsl.ru
4	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru	http://elibrary.r

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п		Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru	
2	Российская государственная библиотека	http://www.rsl.ru	
3	Международная реферативная база	http://www.zbmath.org	
4	Международная реферативная база	http://link.springer.com	
5	Образовательный портал	http://www.uceba.com	

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	ANSYS 13	Универсальная программная система конечно-элементного (МКЭ) анализа.	ЗАО "КАДФЕМ Си-Ай-Эс" №2011.24708 от 24.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
3	Компас-3D V13	Программное обеспечение для трёхмерного моделирования	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №33659/KZN12 от 04.05.2012 Неискл. право. Бессрочно
4	Scilab	"Пакет прикладных математических программ предоставляющий открытое окружение для инженерных (технических) и научных расчётов."	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

5	KompasFlow v18	Модуль помогающий определить действующие на изделие силы и моменты, структуру течения внутри или вокруг изделия, оценить перепад давления, полного давления или температуры; оценить варианты исполнения конструкции и отбросить неподходящие.	ООО "Аскон-кама консалтинг" 231/20 от 3.08.2020 Неискл. право . Бессрочно
6	Компас-3D V18 Проектирование и конструирование машиностроении	Программное обеспечение для трёхмерного моделирования	"ООО ""Аскон-кама консалтинг"" 231/20 от 3.08.2020 Неискл. право. Бессрочно
7	ANSYS Academic Research Mechanical and CFD (1task)	Программная система в сфере автоматизированных инженерных расчётов	"ЗАО ""КАДФЕМ Си-Ай-Эс"" №2176-ПО/2018-ПФО от 27.11.2018 Неискл. право. До 28.12.2018"

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		Кабинет СРС В-600а	моноблок (6 шт.), принтер (2 шт.), учебно-методические материалы - по количеству студентов
		Кабинет СРС В-600а	проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.)
		Учебная аудитория Г-218	ноутбук, проектор, теплоаккумулятор GTV-TEKNIK 500 л стационарный, геотермальный тепловой насос 5 кВт стационарный, тепловой насос воздух/вода F2040 8 кВт стационарный, комплект солнечного коллектора 1 панель (внутренняя) стационарный, комплект солнечного коллектора 1 панель (наружная) стационарный, термостат GSM-Climate ZONT-H1 стационарный, доска трехстворчатая, «Инновационный геотермальный тепловой насос F-1345», «Геотермальный тепловой насос F-1245», «Как работает геотермальный тепловой насос», «Воздушно-водяной тепловой насос NIBE F-2300», «Воздушно-водяной тепловой насос NIBE F- 2040»

		Учебная аудитория Д-108	ноутбук, проектор, демонстрационный комплекс ТТД, ТМО и «Гидравлика и гидропривод» (экран и графпроектор «Вега»)
		Учебная аудитория Д-118	доска аудиторная, автолабораторное место студента с ПЭВМ 1 мобильный (9 шт.), экран, автолабораторные комплексы для проведения 9 лабораторных работ (9 шт.), аэродинамическая труба 3 мобильных модуля, лабораторный стол 1 лабораторной работа по ТМО (2шт), ноутбук (7 шт.), барометр БАММ-1 с поверкой мобильный, блок регистрации параметров воздушной струи для аэродинамической трубы мобильный, модули для аэродинамической трубы мобильный (2 шт.), вольтметр В7-21 мобильный, вольтметр В7-21А мобильный (мобильный), вольтметр универсальный мобильный, пылесос А-2254 Мс стационарный, лабораторный источник питания W.E.P.PS N305Д мобильный, световая модель для определения угловых коэффициентов излучения плоскости на трубный пучок мобильный, проектор, комплект плакатов в багетных рамах (6 шт) по «Тепломассообмену»: а) прямоток; б) противоток; в) перекрестный ток; г) определение среднего температурного напора; д) поправки на токи теплоносителей; е) сложный ток. Комплекс плакатов в багетных рамках (3 шт.): а) уравнение Бернулли для элементарной струи; б) свойство жидкости, вязкость; в) схема изменения напоров по длине гидродинамической трубы. Плакат «Греческий и латинский алфавит», демонстрационный комплекс «Тепломассообмен» (графпроектор «Вега» и экран),

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), 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.

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины с 20__/20__
учебного года

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–разработчика ТОТ «__» _____
20__ г., протокол № ____

Зав. кафедрой ТОТ _____ А.В. Дмитриев

Программа одобрена методическим советом института _____
«__» _____ 20__ г., протокол № ____

Зам. директора по УМР _____ / _____ /
Подпись, дата

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____ / _____ /
Подпись, дата



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**

Компьютерные технологии при проектировании технологических процессов

Направление подготовки 16.04.01 Техническая физика

Направленность(и) (профиль(и)) Теплофизика

Квалификация магистр

Оценочные материалы по дисциплине «Компьютерные технологии при проектировании технологических процессов» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-1 Способность критически анализировать современные проблемы технической физики, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач, анализировать, обобщать и применять полученные результаты

ПК-2 Готовность и способность применять физические методы теоретического и экспериментального исследования, методы искусственных нейронных сетей и моделирования для создания инновационных принципов, постановок задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий

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: реферат.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 4 семестр. Форма промежуточной аттестации экзамен.

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

1. Технологическая карта

Семестр 4

Номер раздела/ темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично
				не зачтено	зачтено		
				низкий	ниже среднего	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							
1	Реферат по заданной теме	Рфр	ПК-1, ПК-2	менее 1	2 - 3	6 - 9	12 - 15
2	Реферат по заданной теме	Рфр	ПК-1, ПК-2	менее 1	2 - 3	6 - 9	12 - 15
3	Реферат по заданной теме	Рфр	ПК-1, ПК-2	менее 1	2 - 3	6 - 9	12 - 15
4	Реферат по заданной теме	Рфр	ПК-1, ПК-2	менее 1	2 - 3	6 - 9	12 - 15
Всего баллов				0 - 54	55-69	70-84	85-100

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
Реферат (Рфр)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее	Темы рефератов

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

Наименование оценочного средства	
Представление и содержание оценочных материалов	<p><i>Реферат</i></p> <p>Раздел 1. Численные методы решения задач аэрогидромеханики. Метод конечных объемов.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Система уравнений движения жидкости и газа.2. Обобщенное уравнение переноса.3. Метод конечных объемов. Уравнение диффузии.4. Метод конечных объемов. Уравнение конвективной диффузии.5. Описание схем аппроксимации.6. Алгоритм Simple.7. Решение системы алгебраических уравнений для дискретных значений функций.8. Нестационарные задачи.9. Граничные условия.10. Основные модели турбулентности в CFD пакетах. <p>Раздел 2. CAE –проектирование. Возможности CFD пакетов в области теплофизики.</p> <ol style="list-style-type: none">1. CAE – проектирование: проектирование, моделирование и изготовление.2. Этап моделирования. Организация CFD программ. Препроцессинг, решатель, постпроцессинг.3. Графический редактор. Общее описание.4. Элементарные объекты для создания геометрии: узлы, линии, грани, объемы.5. Булевы операции с геометрическими объектами.6. Глобальная и локальная системы координат.7. Экспорт геометрии в расчетный модуль.8. Программирование в среде графического редактора.9. Параметризация создаваемой геометрии.10. Сеточное разбиение расчетной области.11. Типы двумерных и трехмерных конечных объемов. Регулярное и нерегулярное разбиение.12. Задание граничных условий. Типичные граничные условия.13. Определение граничных профилей. <p>Раздел 3. Инженерный анализ в теплофизике</p>

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Свойства среды. Выбор различных моделей газовой динамики. 2. Свойства смесей газов. Выбор физической модели. 3. Выбор численных схем в среде CFD пакета. 4. Выбор типов решателей. 5. Постпроцессинг. Графическое представление расчетных результатов. 6. Создание дополнительных функций. 7. Создание дополнительных точек, линий и сечений в расчетной области. 8. Определение интегральных характеристик. 9. Анимация. 10. Адаптация сетки. Критерии для адаптации. 11. Дополнительные модули пользователя (UDF). 12. Этапы подготовки расчетной модели.
<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>При оценке выполненного задания учитываются следующие критерии:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Знание материала</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 4 балла; <input type="checkbox"/> содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала – 2 балла; <input type="checkbox"/> не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов; 2. <i>Последовательность изложения</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано – 4 балла; <input type="checkbox"/> последовательность изложения материала недостаточно продумана – 2 балла; <input type="checkbox"/> путаница в изложении материала – 0 баллов; 3. <i>Владение речью и терминологией</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> материал изложен грамотным языком, с точным использованием терминологии – 4 балла; <input type="checkbox"/> в изложении материала имелись затруднения и допущены ошибки в определении понятий и в использовании терминологии – 2 балла; <input type="checkbox"/> допущены ошибки в определении понятий – 0 баллов; 4. <i>Применение конкретных примеров</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> показано умение иллюстрировать материал конкретными примерами – 4 балла; <input type="checkbox"/> приведение примеров вызывает затруднение – 2 балла; <input type="checkbox"/> неумение приводить примеры при объяснении материала – 0 баллов; 5. <i>Уровень теоретического анализа</i> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> показано умение делать обобщение, выводы, сравнение – 4 балла; <input type="checkbox"/> обобщение, выводы, сравнение делаются с помощью преподавателя – 2 балла; <input type="checkbox"/> полное неумение делать обобщение, выводы, сравнения – 0 баллов; <p>Количество баллов: максимум – 20</p>

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

<p>Наименование оценочного средства</p>	<p>Экзамен</p>
---	----------------

<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<p><i>Оценочные материалы, вынесенные на экзамен, состоят из экзаменационных билетов с заданиями практического характера для проверки практических умений. Всего 25 экзаменационных билетов, содержащих по два вопроса теоретического характера.</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Примеры экзаменационных билетов:</i></p> <p><i>Билет 1</i></p> <p><i>1. Метод конечных объемов. Уравнение конвективной диффузии.</i></p> <p><i>2. Система уравнений движения жидкости и газа</i></p> <p><i>Билет 2</i></p> <p><i>1. Метод конечных объемов. Уравнение диффузии.</i></p> <p><i>2. Основные модели турбулентности в CFD пакетах.</i></p>
<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p><i>При выставлении баллов за ответы на задания в билете учитываются следующие критерии:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1. Правильность выполнения практического(их) задания(ий)</i> <i>2. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины</i> <i>3. Владение специальными терминами и использование их при ответе.</i> <i>4. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы</i> <i>5. Логичность и последовательность ответа</i> <i>6. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем</i> <p><i>От 16 до 20 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.</i></p> <p><i>От 11 до 15 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна – две неточности в ответе.</i></p> <p><i>От 6 до 10 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.</i></p> <p><i>Максимальное количество баллов за выполнение практических заданий – 20</i></p> <p><i>Максимальное количество баллов за экзамен - 40</i></p>