

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Д.Ш. Султанова

«30» мая 2022 г.



Рабочая программа дисциплины в виде электронного документа выгружена из информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу
Простая электронная подпись, ID подписи: 1060
Подписал Проректор по учебной работе Д.Ш. Султанова
Дата 30.05.2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине **«ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ГИДРОМЕХАНИКА»**

Направление подготовки:	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Профиль:	Оборудование нефтегазопереработки
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	Заочная
Институт:	Институт химического и нефтяного машиностроения
Кафедра-разработчик:	Кафедра «Машин и аппаратов химических производств»
Курс; семестр	4-5; 12, 14

Вид нагрузки	Часы	Зачётные единицы
Лекция	6	0,17
Лабораторная работа	8	0,22
Контроль самостоятельной работы	12	0,33
Самостоятельная работа	114	3,17
Форма аттестации: Дифференцированный зачет (14 сем), Контрольная работа (14 сем)	4	0,11
Всего	144	4

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта (приказ № 728 от 09.08.2021) по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование для профиля «Оборудование нефтегазопереработки» на основании учебных планов набора обучающихся 2022 года.

Разработчик программы:

Доцент

А.С. Поникаров

СОГЛАСОВАНО

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Машин и аппаратов химических производств», протокол от 18.05.2022 г. № 4.

Заведующий кафедрой ***Согласовано*** С.И. Поникаров

УТВЕРЖДЕНО

Начальник центра УМЦ

Утверждаю

Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Вычислительная гидромеханика» являются:

- а) формирование знаний о современных методах разработки математического описания химико-технологических процессов,
- б) обучение технологии построения математических моделей основных типов оборудования химико-технологических процессов;
- в) обучение способам применения математических моделей для расчета технологического оборудования для проведения химических, тепловых и массообменных процессов с использованием вычислительной техники.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Вычислительная гидромеханика» относится к формируемой участниками образовательных отношений части ООП и формирует у обучающихся по профилю «Оборудование нефтегазопереработки» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Вычислительная гидромеханика» обучающийся по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- 1. Высшая математика
- 2. Теоретическая механика
- 3. Физика

Дисциплина «Вычислительная гидромеханика» является предшествующей и необходима для успешного освоения последующих дисциплин:

- 1. Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
- 2. Производственная (преддипломная) практика

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-1 Способен проводить анализ современных проектных решений при проектировании технологического оборудования нефтегазопереработки

ПК-1.1. Знает основные процессы, протекающие в оборудовании, их конструкций; методы обработки информации и анализа данных при проектировании технологического оборудования нефтегазопереработки

ПК-1.2. Умеет разбивать конструкции на узлы, сборочные единицы и детали, устанавливая их взаимодействие и влияние на технологический процесс

ПК-1.3. Владеет навыками анализа конструкторских решений при проектировании технологического оборудования нефтегазопереработки

ПК-3 Способен выбирать методы надежной, бесперебойной и безаварийной работы технологического оборудования нефтегазопереработки и применять их на практике

ПК-3.1. Знает основные методы обеспечения надежной, бесперебойной и безаварийной работы технологического оборудования

ПК-3.2. Умеет анализировать параметры процессов и выбирать безопасные условия протекания технологического процесса

ПК-3.3. Владеет навыками использования на практике методов обеспечения надежной, бесперебойной и безаварийной работы технологического оборудования нефтегазопереработки

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать:

- методы проведения расчетной части механики взаимодействия потоков с учетом бесперебойной и безаварийной работы оборудования;
- методы расчета резервного оборудования;
- современные методы расчета механики сплошных сред, основные процессы протекающие в оборудовании определенной конструкции, а также методы обработки информации и анализа данных;

Уметь:

- применять на практике методы декомпозиции сложных задач при расчете гидродинамики потоков;
- анализировать и вычленять главные и наиболее влияющие параметры потоков, для безопасного протекания технологического процесса.
- применять на практике современные методы расчета механики сплошных сред, с учетом разделения на блоки и отдельные типовые процессы технологические схемы (узлы);

Владеть:

- навыками практического применения методов расчета механики сплошных сред, с учетом специфики влияния отдельных процессов друг на друга;
- навыками составления математических моделей оборудования, с учетом его бесперебойной и безаварийной работы, а также расчета резервного оборудования.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные	КСР	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Моделирование основных уравнений гидро/газодинамики для предприятий. Использование "сетки".	12	2				7	Контрольная работа
	Итого по семестру	12	2				7	
1.	Основные методы дискретизации. Метод конечных разностей. Метод конечных объемов.	14	2		3	4	36	Контрольная работа; Лабораторная работа
2.	Основные методы дискретизации. Метод конечных элементов. Понятие течения фаз. Турбулентность.	14	2		3	4	36	
3.	Турбулентность, турбулентная вязкость, k-ε, k-ω модели турбулентности. Гипотеза Бусинесска.	14			2	4	35	

№ п/п	Раздел дисциплины	Семе- стр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения текущей и промежу- точной аттестации
			Лекция	Практические занятия	Лабора- торные	КСР	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Итого по семестру	14	4		8	12	107	Дифференцированный зачет, Контрольная работа

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
1.	Моделирование основных уравнений гидро/газодинамики для предприятий. Использование "сетки".	2	Моделирование основных уравнений гидро/газодинамики для предприятий. Использование "сетки".	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2.	Основные методы дискретизации. Метод конечных разностей. Метод конечных объемов.	2	Основные методы дискретизации. Метод конечных разностей. Метод конечных объемов.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
3.	Основные методы дискретизации. Метод конечных элементов. Понятие течения фаз. Турбулентность.	2	Основные методы дискретизации. Метод конечных элементов. Понятие течения фаз. Турбулентность.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
	ВСЕГО	6		

6. Содержание практических/семинарских занятий

Проведение практических/семинарских занятий не предусмотрено учебным планом

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
1.	Основные методы дискретизации. Метод конечных разностей. Метод конечных объемов.	3	Основные методы дискретизации. Метод конечных разностей. Метод конечных объемов.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2.	Основные методы дискретизации. Метод конечных элементов. Понятие течения фаз. Турбулентность.	3	Основные методы дискретизации. Метод конечных элементов. Понятие течения фаз. Турбулентность.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
3.	Турбулентность, турбулентная вязкость, k-ε, k-w модели турбулентности. Гипотеза Бусинесска.	2	Турбулентность, турбулентная вязкость, k-ε, k-w модели турбулентности. Гипотеза Бусинесска.	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
	ВСЕГО	8		

8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Разбиения твердотельных моделей на сеточную область. Моделирование течений.	7	оформление отчётов, подготовка к контрольной работе, подготовка к лабораторной работе	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2.	Моделирование течений сред. Основные уравнения газо-гидродинамики. МКР, МКО. Применение МКР И МКО для решения простых одномерных и двумерных задач.	36	оформление отчётов, подготовка к контрольной работе, подготовка к лабораторной работе	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
3.	Метод конечных элементов. Применение МКЭ для решения простых одномерных и двумерных задач. Открытие турбулентности. Гипотеза Буссинеска.	36	оформление отчётов, подготовка к контрольной работе, подготовка к лабораторной работе	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
4.	Пути смешения Прандтля. k-ε и k-w модели турбулентности.	35	оформление отчётов, подготовка к контрольной работе, подготовка к лабораторной работе	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
	ВСЕГО	114		

8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Моделирование течений сред. Основные уравнения газо-гидродинамики. МКР, МКО. Применение МКР И МКО для решения простых одномерных и двумерных задач.	4	прием лабораторной работы, проверка контрольной работы	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
2.	Метод конечных элементов. Применение МКЭ для решения простых одномерных и двумерных задач. Открытие турбулентности. Гипотеза Буссинеска.	4	прием лабораторной работы, проверка контрольной работы	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
3.	Пути смешения Прандтля. k-ε и k-w модели турбулентности.	4	прием лабораторной работы, проверка контрольной работы	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
	ВСЕГО	12		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Вычислительная гидромеханика» используется рейтинговая система. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. За контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Мин.баллов	Макс.баллов
14-й семестр			
Лабораторная работа	3	45	75
Контрольная работа	1	15	25
Итого		60	100

10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и итоговой аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Вычислительная гидромеханика» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Количество экземпляров
А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова, Математическое моделирование химико-технологических процессов [Учебник] учеб. пособие: Казань : , 2009	69 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А. М. Гумеров, Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : Санкт-Петербург : Лань, 2021	https://e.lanbook.com/book/168613 Режим доступа: по подписке КНИТУ

11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
Н. Н. Зиятдинов, Н. Ю. Богула, Д. А. Рыжов [и др.], Системный анализ химико-технологических процессов с использованием программы ChemCad [Прочее] учебно-методическое пособие: Казань : Издательство КНИТУ, 2009	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259071 Режим доступа: по подписке КНИТУ
А.С. Поникаров, М.А. Зотов, Современные методы расчета механики сплошных сред [Прочее] учеб. пособие: Казань : Изд-во АН РТ, 2020	5 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А. П. Власов, Исследование типовых проектных решений	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4536 Режим доступа: по подписке КНИТУ

автоматизированных информационных систем предприятий химического машиностроения [Электронный ресурс] : Иваново : ИГХТУ, 2012	
---	--

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Вычислительная гидромеханика» предусмотрено использование электронных источников информации:

- 1.Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
- 2.ЭБС «Лань»:Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
- 3.Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>
- 4.ЭБС «Znanium.com»: Режим доступа: <http://znanium.com/>
- 5.ЭБС IPR SMART: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
- 6.Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>

УНИЦ
Согласовано

11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Базы данных:

Wiley Online Library: <https://onlinelibrary.wiley.com/>

Springer Nature: <https://link.springer.com/>

zbMath : <https://zbmath.org/>

Информационные справочные системы:

Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: www.garant.ru

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: www.consultant.ru

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Вычислительная гидромеханика»:

Офисные и деловые программы: ABBYY FineReader 9.0 проф;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Russian;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Professional Russian;

Офисные и деловые программы: MS Office 2010-2016 Standard

Архиватор 7 Zip

Блокнот Notepad

Яндекс Браузер

Научное ПО: Mathcad Education

Научное ПО: Mathematica Standard

Научное ПО: Aspen HYSYS (ANSYS Academic Research Mechanical and CFD; ANSYS LS-DYNA; ANSYS LS-DYNA HPC-8)

Научное ПО: MATLAB Academic (в комплекте с Simulink Academic)

САПР: САПР CAD Assyst System

САПР: КОМПАС-3D LT v12

ПО для коллективной работы Microsoft Teams

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием с возможностью

подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ:

1. персональные компьютеры с необходимым программным обеспечением;
2. мультимедийный проектор и ноутбук на рабочем месте преподавателя.

Помещения для самостоятельной работы (А-233) оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ.

13. Образовательные технологии

Количество часов занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе по дисциплине «Вычислительная гидромеханика» составляет 4 ч.

В процессе освоения дисциплины «Вычислительная гидромеханика» используются следующие образовательные технологии:

- творческие задания;
- работа в малых группах;
- дискуссия;
- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками);
- разработка проекта (метод проектов);
- системы дистанционного обучения.