

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Бугульминский филиал федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор БФ ФГБОУ ВО КНИТУ  
Р.Ф. Хамидуллин  
«31» \_\_\_\_\_ 2022 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Компьютерное моделирование в механике жидкости и газа  
Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование  
Профиль подготовки Оборудование нефтегазопереработки  
Квалификация выпускника БАКАЛАВР  
Форма обучения очная /заочная  
Кафедра-разработчик рабочей программы ТМО  
Курс, семестр очная форма 4 курс, 8 семестр  
Курс, семестр заочная форма 5 курс, 9 семестр

	Часы (очная форма обучения)	Зачетные единицы	Часы (заочная форма обучения)	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5	6	0,2
Практические занятия	-	-	-	-
Лабораторные занятия	36	1	8	0,2
КСР	36	1	12	0,3
Самостоятельная работа	54	1,5	114	3,2
Форма аттестации	зачет с оценкой		зачет с оценкой (4)	0,1
Всего	144	4	144	4

Бугульма, 2022 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 728 от 09 августа 2021 г.) по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профиля «Оборудование нефтегазопереработки», на основании учебного плана набора обучающихся 2022 года.

Разработчик программы:

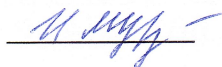
Доцент кафедры ТМО



Миндиярова Н.И.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМО, протокол от 30 мая 2022 г. № 9

Зав. кафедрой ТМО, доцент

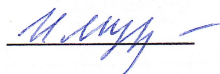


Мутугуллина И.А.

**СОГЛАСОВАНО**

Протокол заседания кафедры ТМО, реализующей подготовку основной образовательной программы, от 30 мая 2022 г. № 9

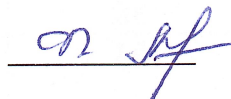
Зав. кафедрой ТМО, доцент



Мутугуллина И.А.

**УТВЕРЖДЕНО**

Начальник УМО, доцент



Ахмедзянова Ф.К.

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Компьютерное моделирование в механике жидкости и газа» являются

- а) ознакомление студентов с современными методами, применяемыми в расчете механики сплошных сред;
- б) обучение практическому использованию методов расчета механики сплошных сред и применением данных методов с использованием программных вычислительных комплексов.

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Компьютерное моделирование в механике жидкости и газа» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, по выбору дисциплин ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Компьютерное моделирование в механике жидкости и газа» *бакалавр* по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) «Физика»
- б) «Теоретическая механика»;
- в) «Сопротивление материалов»;
- г) «Гидравлика»;
- д) «Теплообмен»,

Дисциплина «Компьютерное моделирование в механике жидкости и газа» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) «Вычислительная гидромеханика»

Знания, полученные при изучении дисциплины «Компьютерное моделирование в механике жидкости и газа» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

## **3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**

1. 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, устанавливать их взаимодействие и влияние на технологический процесс.

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

2. 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:**

### **1) Знать:**

- а) современные методы расчета механики сплошных сред.

**2) Уметь:**

а). применять на практике современные методы расчета механики сплошных сред.

**3) Владеть:**

а) практическим применением методов расчета механики сплошных сред.

**4. Структура и содержание дисциплины «Вычислительная гидромеханика»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часов.

Таблица 1а

№ п /п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекци и	Практиче ские занятия	Лаборат орные работы	КСР	СРС	
1	Основные уравнения гидрогазодинамики	8	6		12	12	18	Защита лабораторных работ
2	Методы исследований в вычислительной гидромеханике	8	6		12	12	18	Защита лабораторных работ
3	Турбулентные течения	8	6		12	12	18	Защита лабораторных работ
<b>ИТОГО</b>			<b>18</b>	<b>-</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>54</b>	
Форма аттестации					Зачет оценкой			

Таблица 1б

№ п /п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекци и	Практиче ские занятия	Лаборат орные работы	КСР	СРС	
1	Основные уравнения гидрогазодинамики	9	2		2	4	38	Защита лабораторных работ
2	Методы исследований в вычислительной гидромеханике	9	2		2	4	38	Защита лабораторных работ
3	Турбулентные течения	9	2		4	4	38	Защита лабораторных работ
<b>ИТОГО</b>			<b>6</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>114</b>	

Форма аттестации	Зачет оценкой ( 4ч.)
------------------	----------------------

5. Содержание лекционных занятий по темам (таблица 2а – очная форма, таблица 2б – заочная форма).

Таблица 2а

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Основные уравнения гидро/газодинамики	6	Основы кинематики и динамики механики жидкости и газа	Формулировка уравнения неразрывности (закон сохранения массы), уравнения сохранения импульса, уравнения сохранения энергии	ПК-1, ПК-1.1, ПК-3, ПК-3.1
2	Методы исследований в вычислительной гидромеханике	3	Построение численной модели изучаемого процесса	Метод конечных разностей (МКР), классификация разностных схем, явные и неявные схемы, метод конечных объемов (МКО), метод конечных элементов (МКЭ)	ПК-1, ПК-1.1, ПК-3, ПК-3.1
		3	Решение задач методом конечных разностей	Решение одномерной и двумерной задач. Различия между МКР и МКО	ПК-1, ПК-1.1, ПК-3, ПК-3.1
3	Турбулентные течения	6	Расчет турбулентных течений	Модель Spalart-Allmaras, ее поправки, k-ε модель (стандартная, ренормализационная, реализованная), турбулентная модель k-ω, модель Рейнольдсовых напряжений «RSM»	ПК-1, ПК-1.1, ПК-3, ПК-3.1

Таблица 2б

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1	Основные уравнения гидро/газодинамики	2	Основы кинематики и динамики механики жидкости и газа	Формулировка уравнения неразрывности (закон сохранения массы), уравнения сохранения импульса, уравнения сохранения энергии	ПК-1, ПК-1.1, ПК-3, ПК-3.1
2	Методы исследований в вычислительной гидромеханике	1	Построение численной модели изучаемого процесса	Метод конечных разностей (МКР), классификация разностных схем, явные и неявные схемы, метод конечных объемов (МКО),	ПК-1, ПК-1.1, ПК-3, ПК-3.1

				метод конечных элементов (МКЭ)	
		1	Решение задач методом конечных разностей	Решение одномерной и двумерной задач. Различия между МКР и МКО	ПК-1, ПК-1.1, ПК-3, ПК-3.1
3	Турбулентные течения	2	Расчет турбулентных течений	Модель Spalart-Allmaras, ее поправки, k-ε модель (стандартная, ренормализационная, реализованная), турбулентная модель k-ω, модель Рейнольдсовых напряжений «RSM»	ПК-1, ПК-1.1, ПК-3, ПК-3.1

### 6. Содержание практических занятий

Не предусмотрены учебным планом

7. Содержание лабораторных занятий (таблица 3 а – очная форма, таблица 3 б – заочная форма)

Цель проведения лабораторных занятий – приобретение опыта прикладных исследований в области основных видов механики жидкости и газов, (таблица 3а – очная форма, таблица 3б – заочная форма).

Таблица 3а

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1	Основные уравнения гидро/газодинамики	4	Уравнение неразрывности	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
		4	Уравнение сохранения импульса	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
		4	Уравнение сохранения энергии	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2	Методы исследований в вычислительной гидромеханике	3	Основные понятия метода конечных разностей	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
		3	Метод конечных объемов	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
		3	Метод конечных элементов	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
		3	Устойчивость, согласованность и	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

			сходимость конечно-разностных систем	
		3	Решение одномерной задачи методом конечных разностей	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>
3	Турбулентные течения	2	Основы моделирования турбулентности	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>
		2	Модель Spalart-Allmaras	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>
		2	Стандартная k-ε модель	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>
		2	Ренормализационная k-ε модель	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>
		2	Реализованная k-ε модель	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>
		2	Модель Рейнольдсовых напряжений «RSM»	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>

Таблица 3б

<b>№ п/п</b>	<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Часы</b>	<b>Наименование лабораторной работы</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции</b>
1	Основные уравнения гидро/газодинамики	2	Уравнение неразрывности	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>
2	Методы исследований в вычислительной гидромеханике	2	Решение одномерной задачи методом конечных разностей	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>
3	Турбулентные течения	0,5	Основы моделирования турбулентности	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>
		0,5	Модель Spalart-Allmaras	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>
		0,5	Стандартная k-ε модель	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>
		0,5	Ренормализационная k-ε модель	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории (К, 325) кафедры ТМО с использованием специального лабораторного оборудования.

8. Самостоятельная работа бакалавра (таблица 4а – очная форма, таблица 4б – заочная форма).

Таблица 4а

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Основные уравнения гидро/газодинамики	18	<i>Проработка материала, подготовка к лабораторной работе, подготовка отчета</i>	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>
2	Методы исследований в вычислительной гидромеханике	18	<i>Проработка материала, подготовка к лабораторной работе, подготовка отчета</i>	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>
3	Турбулентные течения	18	<i>Проработка материала, подготовка к лабораторной работе, подготовка отчета</i>	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>

Таблица 4б

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Основные уравнения гидро/газодинамики	38	<i>Проработка материала, подготовка к лабораторной работе, подготовка отчета</i>	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>
2	Методы исследований в вычислительной гидромеханике	38	<i>Проработка материала, подготовка к лабораторной работе, подготовка отчета</i>	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>
3	Турбулентные течения	38	<i>Проработка материала, подготовка к лабораторной работе, подготовка отчета</i>	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>

8.1 Контроль самостоятельной работы (таблица 5а – очная форма, таблица 5б – заочная форма)

Таблица 5а

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	Основные уравнения гидро/газодинамики	12	Прием лабораторной работы и проверка отчета	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>
2	Методы исследований в вычислительной гидромеханике	12	Прием лабораторной работы и проверка отчета	<i>ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3</i>

Таблица 5б



3	Турбулентные течения	12	Прием лабораторной работы и проверка отчета	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
<b>№ п/п</b>	<b>Темы, выносимые на самостоятельную работу</b>	<b>Часы</b>	<b>Форма КСР</b>	<b>Индикаторы достижения компетенции</b>
1	Основные уравнения гидро/газодинамики	4	Прием лабораторной работы и проверка отчета	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2	Методы исследований в вычислительной гидромеханике	4	Прием лабораторной работы и проверка отчета	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
3	Турбулентные течения	4	Прием лабораторной работы и проверка отчета	ПК-1, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Компьютерное моделирование в механике жидкости и газа» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы определяются их сложностью. 8-ой семестр завершается проставлением зачета с оценкой и соответствующего ему числа баллов до зачета (36÷60), на зачете (24÷40), общее число баллов (60÷73-удовл., 74÷86- хор., 87÷100-отл). Оценка каждого вида работы приведена в таблице.

При изучении дисциплины предусматривается зачет, выполнение лабораторных работ. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа	14	36	60
Зачет с оценкой		24	40
<b>Итого</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

### 11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

#### 11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Компьютерное моделирование в механике жидкости и газа» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Янилкин, Ю. В. Математическое моделирование турбулентного перемешивания : курс лекций : в 2 т. Том 1 / Ю. В. Янилкин, В. П. Стаценко, В. И. Козлов. - 2-е изд., испр. и доп. - Саров : РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2019. - 358 с. - ISBN 978-5-9515-0421-0.	ЭБС ZNANIUM.COM <a href="https://znanium.com/catalog/product/1230821">https://znanium.com/catalog/product/1230821</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

<p>2. Разин, А. Н. Моделирование турбулентного перемешивания в газовых слоях : монография / А. Н. Разин. - Саров : РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2020. - 290 с. - ISBN 978-5-9515-0434-0.</p>	<p>ЭБС ZNANIUM.COM  <a href="https://znanium.com/catalog/product/1230847">https://znanium.com/catalog/product/1230847</a>  Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»</p>
<p>3. Гусев, А. А. Механика жидкости и газа: учебник для академического бакалавриата / А. А. Гусев. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2016. - 232 с. - (Серия: Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-534-05485-9.</p>	<p>Электронная библиотека «Юрайт». <a href="http://www.biblio-online.ru/book/EF2AFE91-A1BD-4566-9C59-DC60266518B5">http://www.biblio-online.ru/book/EF2AFE91-A1BD-4566-9C59-DC60266518B5</a>.  Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»</p>
<p>4. В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, А. Г. Коваленко, И. В. Кудинов ; под редакцией В. А. Кудинова. Гидравлика : учебник и практикум для академического бакалавриата /. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 386 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01120-3.</p>	<p>Электронная библиотека «Юрайт». [сайт]. — URL: <a href="https://urait.ru/bcode/432989">https://urait.ru/bcode/432989</a>. — ISBN 978-5-534-01120-3.  Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»</p>

### 11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
<p>1. Маковкин, Г.А. Применение МКЭ к решению задач механики деформируемого твердого тела : учебное пособие / Г.А. Маковкин, С.Ю. Лихачева ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ). – Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), 2012. – Ч. 1. – 72 с.</p>	<p>ЭБС «Университетская библиотека онлайн»  <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427425">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=427425</a>  Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»</p>
<p>2. Калекин, В. С. Гидравлика и теплотехника : учебное пособие для вузов / В. С. Калекин, С. Н. Михайлец. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 318 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11738-7.</p>	<p>Электронная библиотека «Юрайт».  URL: <a href="https://urait.ru/bcode/457000">https://urait.ru/bcode/457000</a>  Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»</p>

### 11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Компьютерное моделирование в механике жидкости и газа» использование электронных источников информации:

1. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – режим доступа <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «ZNANIUM.COM» - режим доступа: <http://znanium.com/>
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - режим доступа: <http://biblioclub.ru/>

4. Электронный ресурс «Физическая энциклопедия». Форма доступа - [http://femto.com.ua/articles/part\\_2/4051.html](http://femto.com.ua/articles/part_2/4051.html)
5. Электронный ресурс «Наука и техника». Форма доступа – [http://encyclopaedia.bigru.ru/enc/science\\_and\\_technology/TERMODINAMIKA.html](http://encyclopaedia.bigru.ru/enc/science_and_technology/TERMODINAMIKA.html)
6. Электронный ресурс «Энергетика». Форма доступа - <http://forca.ru/>
7. Электронная библиотека «Юрайт» - Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>

**Согласовано:**

Библиотекарь

*Аускутдинов*                      *Аускутдинов* ДВ

## ***12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)***

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. Учебные столы, стулья;
2. Доска;
3. Стол преподавателя;
4. Компьютерные столы, стулья;

Техническими средствами обучения:

1. Персональные компьютеры (с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ);
2. Сеть Интернет;
3. Мультимедиа-проектор.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой:

1. Персональный компьютер;
2. Столы компьютерные;
3. Учебные столы, стулья.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины

«Компьютерное моделирование в механике жидкости и газа»:

MOODLE – Виртуальная среда обучения КНИТУ;

MS Teams: <https://products.office.com/ru-ru/microsoft-teams/download-app>;

Операционные системы, установленные на компьютерах;

Командная строка операционной системы.

## ***13. Образовательные технологии***

- Лекции с разбором конкретных ситуаций, с заранее запланированными ошибками. При чтении лекций используется мультимедиа-проектор.
- Лабораторные занятия (расчетные работы).
- При организации самостоятельной работы используется самообучение (индивидуальная и групповая самостоятельная работа – изучение базовой и дополнительной литературы, подготовка к лабораторным занятиям, практикумам).

## ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа по дисциплине «Компьютерное моделирование в механике жидкости и газа»

по направлению 15.03.01 «Технологические машины и оборудование»

для профиля «Оборудование нефтегазопереработки»

для набора обучающихся 2022 года

пересмотрена на заседании кафедры Технологические машины и оборудование

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры № ___ от ___ . ___ 20__ )	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМО