

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР

А.В.Бурмистров

09. 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

По дисциплинам Б1.Б.18 Механика жидкости и газа

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»  
(шифр) (наименование)

Профиль подготовки: «Оборудование нефтегазопереработки», «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств»

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет ИХНМ, механический

Кафедра-разработчик рабочей программ «Процессы и аппараты химической технологии»,

Курс 2, семестры 4

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	-	-
Лабораторные занятия	36	1
Самостоятельная работа	54	1,5
Форма аттестации	Экз., 36	1
Всего	144	4

Казань 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №1170 от 20. 10. 2015 по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

(шифр)

(наименование)

для профилей подготовки «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств», «Оборудование нефтегазопереработки» на основании учебного плана набора обучающихся 2017, 2018 г.

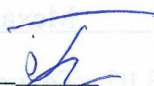
Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

доцент каф. ПАХТ

(должность)

  
(подпись)

А.Ш. Бикбулатов

(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ протокол от 31.08.18 № 11

Зав. Кафедрой, профессор



(подпись)

А.В. Клинов

(Ф.И.О.)

## УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета от 31.08.18 № 11

Председатель комиссии, доцент



(подпись)

А.В. Гаврилов

(Ф.И.О.)

Нач. УМЦ, доцент



(подпись)

Л.А. Китаева

(Ф.И.О.)

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Механика жидкости и газа» являются:

- а) формирование знаний об основных законах гидромеханики, усвоение основных закономерностей формирования и движения потоков;*
- б) ознакомление с устройством гидро- и пневмосистем;*
- в) изучение методов расчета гидро- и пневмосистем*
- г) обучение способам применения полученных знаний для решения практических задач*

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина «Механика жидкости и газа» относится к базовой части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения *научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-технологической* видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Механика жидкости и газа» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) математика,*
- б) информатика,*
- в) физика,*
- г) химия*
- д) теоретическая механика,*
- ж) термодинамика,*
- з) инженерная графика.*

Дисциплина «Механика жидкости и газа» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) процессы и аппараты химической технологии,*
- б) конструирование и расчет элементов оборудования,*
- б) машины и аппараты химической промышленности.*
- В) интенсификация тепло- массообменного оборудования.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Механика жидкости и газа» могут быть использованы при прохождении практик *производственной, преддипломной* и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**

ОПК-2 – владеет достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером;

ПК-2 – умеет моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.

#### ***В результате освоения дисциплины обучающийся должен:***

##### **1) Знать:**

а) понятия: поток и его параметры (расход, живое сечение), режим течения (ламинарный, турбулентный), напор, потери напора, пограничный слой, число и критерий подобия, гидравлическое сопротивление, кавитация, гидравлический удар.

в) уравнения: неразрывности (расхода), Навье-Стокса, Бернулли, основной закон гидростатики и закон Паскаля;

##### **2) Уметь:**

а) определять характер движения жидкостей и газов;

б) определять параметры и режимы движения потока;

в) рассчитывать силовое воздействие потока на преграду;

г) рассчитывать сопротивления различных трубопроводов и аппаратов.

##### **3) Владеть:**

а) методами технологических расчетов различных трубопроводов; методами определения оптимальных и рациональных эксплуатационных режимов их работы, оборудования.

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Механика жидкости и газа».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4зачетные единицы, 144часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекция	Семинар (Практические занятия)	Лабораторные работы	СРС	
1	Введение	4		2				
2	Гидромеханика	4	3-16	14		32	50	Защита лабораторных работ
3	Гидростатика	4	17-18	2		4	4	Защита лабораторных работ
	ИТОГО	4	18	18		36	54	Экзамен (36)

#### 5. Содержание лекционных занятий по темам.

Использование изданных учебных пособий и электронных версий курса лекций, а также демонстрационного материала в виде слайдов для графо- и мультимедийного проекторов позволяет существенно ускорить темп чтения лекций и изложить курс за 18 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Компетенции
1	Введение	2	Жидкости и их физические свойства.	Свойства жидкостей. Жидкое и газообразное агрегатные состояния вещества. Модели сплошной среды. Основные физические свойства флюидов: сжимаемость, текучесть, вязкость. Силы и напряжения, действующие в жидкости. Давление. Поверхностное натяжение. Поток жидкости или газа. Классификация жидких сред. Закон Ньютона для жидкостного трения. Виды и режимы течения. Неньютоновские жидкости	ОПК-2 ПК-2
2	Гидродинамика	14			
		2	Основы кинематики.	Виды и режимы движения жидкости. Пограничный слой. Основные понятия кинематики флюидов: элементарная струйка, живое сечение, расход. Поток жидкости. Средняя скорость. Уравнение расхода для элементарной струйки. Дифференциальное уравнение	ОПК-2 ПК-2

				на разрывности и уравнение сплошности (неразрывности) потока. Безвихревой (ламинарный) и вихревой (турбулентный) режимы движения. Распределение скоростей по сечению круглой трубы при ламинарном и турбулентном течении.	
		2	Динамика вязкой жидкости. Уравнение статики и динамики жидкости.	Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости (уравнение Навье-Стокса) идеальной жидкости (уравнение Эйлера), дифференциальное уравнение равновесия (уравнение Эйлера). Уравнение Бернулли для установившегося движения элементарной струйки идеальной жидкости. Геометрическое и энергетическое толкование уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для элементарной струйки и потока вязкой жидкости. Коэффициент Кориолиса	ОПК-2 ПК-2
		2	Теория подобия.	Гидродинамическое подобие. Числа и критерии подобия.	ОПК-2 ПК-2
		2	Исследование и математическое описание структуры потоков в аппаратах.	Модели идеального вытеснения и смешения. Реальные модели: диффузионная и ячеечная.	ОПК-2 ПК-2
		2	Нестационарные процессы	Силовое воздействие установившегося потока на преграду. Неустановившееся движение несжимаемой жидкости в жестких трубопроводах. Явление гидравлического удара. Понятие о волновых процессах в гидромагистралях. Формулы Жуковского для гидравлического удара. Способы ослабления гидравлического удара. Взаимодействие потока жидкости с твердыми стенками	ОПК-2 ПК-2
		2	Основные закономерности движения двухфазных потоков.	Характеристики двухфазных потоков Модели гомогенного течения, раздельного течения, потока дрейфа. Примеры движения двухфазных потоков: барботаж, пленочное течение жидкости. (Перемещение жидкости, сжатие и перемещение газов)	ОПК-2 ПК-2
		2	Применение закона Бернулли для решения практических задач.	Определение скорости и расхода жидкости. Истечение жидкости через отверстия и насадки Физическая природа и классификация гидравлических сопротивлений. Потери напора по длине трубы при ламинарном и турбулентном течении (формула Дарси-Вейсбаха). График Никурадзе. Потери напора в местных сопротивлениях. Гидравлический расчет трубопроводов. Потребный напор	ОПК-2 ПК-2
3	Гидростатика	2			
		2		Абсолютный и относительный покой жидких сред. Основное уравнение гидростатики и закон Паскаля. Применение уравнения гидростатики для решения практических задач. Давление жидкости на смачиваемую стенку.	ОПК-2 ПК-2

## 7. Содержание лабораторных занятий

Цели лабораторного практикума заключаются в следующем:

1. Закрепление и углубление знаний по теории основных процессов химической технологии.
2. Приобретение и совершенствования навыков экспериментальных исследований. Освоение методов обработки опытных данных.
3. Изучение устройств. Принципов действия, режимов работы аппаратов на примерах модельных установок.
4. Ознакомление с оборудованием и измерительными приборами, а также с организацией и методикой проведения экспериментов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лабораторной работы	Краткое содержание	Компетенции
	Гидромеханика	32			
1		4	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	Проведение эксперимента по определению режимов течения.	ОПК-2 ПК-2
2		4	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли.	Определение потерь напора.	ОПК-2 ПК-2
3		4	Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе.	Изучение схемы установки. Определение сопротивления в прямой трубе.	ОПК-2 ПК-2
4		4	Определение потерь напора в запорных устройствах.	Изучение схемы установки. Определение сопротивления запорных устройств.	ОПК-2 ПК-2
5		4	Измерение расхода воды с помощью диафрагмы.	Изучение установки. Определение расхода воды.	ПК-2 ПК-4
6		8	Изучение структуры потоков в аппаратах.	Изучение схемы установки. Изучение структуры потоков в прямой трубе.	ОПК-2 ПК2
7		4	Определение скорости и расхода воды при истечении через отверстия и цилиндрический насадок.	Изучение установки и определение скорости при истечении воды из различных отверстий.	ОПК-2 ПК-2
8	Гидростатика	4	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости.	Изучение схемы установки. Определение абсолютного и избыточного давления.	ОПК-2 ПК-2

*\*Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лабораторий кафедры.*

## 8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Компетенции
1	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	6	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ОПК-2 ПК-2
2	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли	6	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ОПК-2 ПК-2
3	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	6	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ОПК-2 ПК-2
4	Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе	6	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ОПК-2 ПК-2
5	Определение потерь напора в запорных устройствах	6	Выполнение расчета, оформление отчета	ОПК-2 ПК-2
6	Измерение расхода воды с помощью диафрагмы	6	Выполнение расчета, оформление отчета	ОПК-2 ПК-2
7	Изучение структуры потоков в аппаратах	12	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ОПК-2 ПК-2
8	Определение скорости и расхода воды при истечении через отверстия и цилиндрический насадок	6	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ОПК-2 ПК-2

## 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Механика жидкости и газа» используется рейтинговая система, соответствующая «Положению о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВО «КНИТУ», протокол №7 от 4 сентября 2017 г.). Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе.

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа	8	36	60
Экзамен		24	40
Итого:		60	100

При расчете текущего рейтинга  $R^{\text{тек}}$  за семестр каждая работа студента оценивается по пятибалльной шкале (возможны дробные оценки, например, 3,8 или 4,5). Работа считается зачтенной, если изначальный балл  $\geq 3$ . В случае несвоевременной



сдачи работы может вводиться понижающий коэффициент 0,8, а при отсутствии студента на занятии без уважительной причины и последующей отработки – коэффициент 0,6. По завершении семестра определяются средние баллы, набранные студентом по всем видам работ. Текущий рейтинг студента за семестр рассчитывается следующим образом:

$$R^{\text{тек}} = 12 \cdot \left( \sum_{i=1}^n a_i B_i \right)$$
, где  $B_i$  - средний за семестр балл студента по работам вида  $i$ ;  $a_i$  - весовой множитель (доля), определённый лектором для работ вида  $i$ ;  $n$  – количество видов работ в семестре (лабораторные).

Таким образом, для допуска к экзамену текущий рейтинг студента должен составить от 36 до 60 баллов. По дисциплине «Механика жидкости и газа» предусмотрены лабораторные работы. Распределение весовых множителей по семестрам следующее: 4-й -  $a_{\text{л}} = 1$ ;

При положительной сдаче экзамена студент может набрать  $R^3$  от 24 до 40 баллов.

При этом каждый вопрос экзамена также оценивается пятибалльной шкале.

$$R^3 = 8 \left( \sum_{i=1}^B B_i^3 \right) / B$$
, где  $B_i^3$  - Балл вопроса учитывается при расчете  $R^3$ , если он  $\geq 3$ .  
 $B_i^3$  - балл за соответствующий экзаменационный вопрос,  $B$  – количество вопросов в билете.  
 При защите проекта  $R^3$  определяется комиссией.

Рейтинг по дисциплине  $R^{\text{днс}}$  находится суммированием баллов текущего  $R^{\text{тек}}$  и экзаменационного  $R^3$  рейтингов. Перевод рейтинга по дисциплине в традиционную шкалу оценок осуществляется следующим образом:

$0 \leq R^{\text{днс}} < 60$  – неудовлетворительно;  $60 \leq R^{\text{днс}} < 73$  – удовлетворительно;  
 $73 \leq R^{\text{днс}} < 87$  – хорошо;  $87 \leq R^{\text{днс}} \leq 100$  – отлично.

## **10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины**

### **10.1 Основная литература**

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

<b>Основные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
1. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г.Касаткин. – 14-е изд., стереотип. – М.: Альянс, 2008. – 750 с.	99 экз. в УНИЦ КНИТУ
2.Разинов, А.И. Гидромеханические и теплообменные процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие /А.И. Разинов, О.В. Маминов, Г.С. Дьяконов - Казань: изд-во КГТУ, 2007. – 212 с.	416 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / Г.С. Борисов [и др.]; под. ред. Ю.И. Дытнерского. – 3-е изд., стереотип. – М.:Альянс, 2007. – 496 с.	987 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии: учеб. пособие / ; Ф.А. Абдулкашапова, А.Ш. Бикбулатов, В.Г. Бочкарев [и др.]; Казан. гос. технол. ун-т ; под ред. Г.С. Дьяконова . — Казань, 2005 .— 235 с.	1559 экз. в УНИЦ КНИТУ

### **10.2 Дополнительная литература**

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<b>Дополнительные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
1.Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. –13-е изд., стереотип. – М.: Альянс, 2007. – 575 с.	99 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Клинов, А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова – Казань: изд-во КГТУ, 2009. – 136с.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ
3. Клинов, А.В. Лабораторный практикум по математическому моделированию химико-технологических процессов: учебное пособие / А.В. Клинов, А.В. Малыгин – Казань: изд-во КГТУ, 2011. – 104с.	114 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Проектный кинетический расчет насадочной колонны для непрерывной ректификации многокомпонентной смеси: метод. указания / сост. Г.С. Дьяконов [и др.]; Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2007. – 24 с.	11 экз. в УНИЦ КНИТУ, 115 экз. на каф. ПАХТ

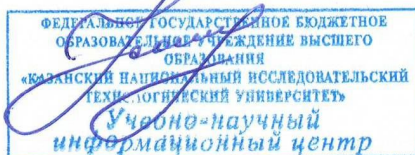
### 10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Механика жидкости и газа» использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – <http://library.kstu.ru/>
2. ЭБС «ЮРАЙТ» - <http://www.biblio-online.ru/>
3. ЭБС «Рукопт» - <http://rucont.ru/>
4. ЭБС «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
5. ЭБС «КнигаФонд» - <http://www.knigafund.ru/>
6. ЭБС «IPRbooks» - <http://www.iprbookshop.ru/>

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



Г1  
(14)

## ***11. Оценочные средства для определения результатов освоения дисциплины***

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

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

1. Лекционные занятия:
  - a. комплект электронных презентаций/слайдов,
  - b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук),
2. Практические занятия
  - a. лаборатория гидравлики, оснащенная необходимым оборудованием,
  - b. лаборатория тепло-массообменных установок, оснащенная необходимым оборудованием,
  - c. шаблоны отчетов по лабораторным работам,
  - d. компьютерный класс.
3. Прочее
  - a. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
  - b. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

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

Весь лекционный курс обеспечен учебными пособиями, раздаточным материалом и комплектом слайдов, что позволяет вести активный диалог со студентами. При защите лабораторных работ организуются дискуссии между студентами. Занятия, проводимые в интерактивных формах, при изучении дисциплины «Механика жидкости и газа» составляют более 12 часов аудиторных занятий, требуемых учебным планом.

Лабораторный практикум изложен в учебном пособии [4], необходимый тираж которого имеется в библиотеке, что позволяет студентам самостоятельно готовиться к лабораторным работам, проводить обработку результатов и оформление отчетов.

При использовании интерактивных форм обучения преподаватель перестаёт быть центральной фигурой, он лишь регулирует процесс и занимается его общей организацией, готовит заранее необходимые задания и формулирует вопросы или темы для обсуждения в группах, консультирует, контролирует время и порядок выполнения намеченного плана.

Роль преподавателя заключается в следующем: во первых преподаватель способствует личному вкладу студентов и свободному обмену мнениями при подготовке к интерактивному обучению; во вторых - обеспечивает дружескую атмосферу для студентов и проявляет положительную и стимулирующую ответную реакцию; в третьих - облегчает подготовку к занятиям, но не должен сам придумывать аргументы при дискуссиях; в четвертых - провоцирует интерес, затрагивая значимые для студентов проблемы и обеспечивает широкое вовлечение в разговор как можно большего количества студентов; в пятых анализирует и оценивает проведенное занятие, подводит итоги, результаты (для этого надо сопоставить сформулированную в начале занятия цель с полученными результатами, сделать выводы, вынести решения, оценить результаты, выявить их положительные и отрицательные стороны); и в итоге подводит группу к конструктивным выводам, имеющим познавательное и практическое значение.

## Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Механика жидкости и газа»  
(наименование дисциплины)

По направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»  
(шифр) (название)




для профиля «Оборудование нефтегазопереработки», «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств»

для набора обучающихся 2019 г.

пересмотрена на заседании кафедры ПАХТ

Очная форма обучения

(наименование кафедры)

Дата переутверждения РП	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП Бикбулатов А.Ш.	Подпись заведующего кафедрой Клинов А.В.	Подпись начальника УМЦ Китаева Л.А.
Протокол заседания кафедры №7 от 03.07.2019	Есть*	Нет			

\* Пункт Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Стандартная справочная база данных NIST <https://webbook.nist.gov/chemistry/> .
2. База данных CoolProp <http://www.coolprop.org/v4/index.html>.

Дополнение в пункт 12: Лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Механика жидкости и газа»:

1. Mathcad Education-University Edition
2. Аскон Компас 3Dv14