

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

«18» декабря 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплинам Б1.В.ОД.15 Механика жидкости и газа

Направление подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

(шифр)

(наименование)

Профиль подготовки: «Машины и аппараты химических 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	-	-
Курсовое проектирование	-	-
Лабораторные занятия	36	1
Самостоятельная работа	63	1,75
Форма аттестации	Экз., 27	0,75
Всего	144	4

Казань 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №227 от 12.03.2015 по направлению 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

(шифр)

(наименование)

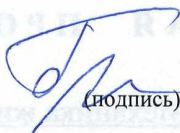
для профиля подготовки «Машины и аппараты химических производств» на основании учебного плана набора обучающихся 2015-2017 года.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

доцент каф. ПАХТ

(должность)



(подпись)

А.И. Бикбулатов

(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ

протокол от 20.10.2017 № 2

Зав. Кафедрой, профессор



(подпись)

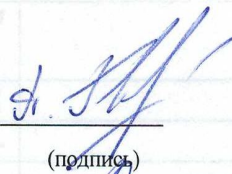
(Ф.И.О.)

А.В. Клинов

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета от 07.12.2017 г. № 9

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 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения *производственно-технологической; организационно-управленческой; научно-исследовательской; проектной* видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Механика жидкости и газа» бакалавр по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» 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 химических производств,*
- б) конструирование и расчет элементов оборудования,*
- в) машины и аппараты химической промышленности.*
- г) 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 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

ОПК-2 – способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин профессиональной деятельности и применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ОПК-3 – способность использовать основные естественнонаучные законы для понимания мира и явлений природы;

ПК-14 – способностью применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе.

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	1-2	2				
2	Гидромеханика	4	3-16	14		32	60	Защита лабораторных работ
3	Гидростатика	4	17-18	2		4	3	Защита лабораторных работ
	ИТОГО	4	18	18		36	63	Экзамен

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 ОПК-3 ПК-14
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 ОПК-3 ПК-14

				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 ОПК-3 ПК-14
		2	Теория подобия.	Гидродинамическое подобие. Числа и критерии подобия.	ОПК-2 ОПК-3 ПК-14
		2	Исследование и математическое описание структуры потоков в аппаратах.	Модели идеального вытеснения и смешения. Реальные модели: диффузионная и ячеечная.	ОПК-2 ОПК-3 ПК-14
		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 ОПК-3 ПК-14
		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 жидкостей, сжатие и перемещение газов)	ОПК-2 ОПК-3 ПК-14
		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 ОПК-3 ПК-14
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 ОПК-3 ПК-14

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 ОПК-3 ПК-14
2		4	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли.	Определение потерь напора.	ОПК-2 ОПК-3 ПК-14
3		4	Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе.	Изучение схемы установки. Определение сопротивления в прямой трубе.	ОПК-2 ОПК-3 ПК-14
4		4	Определение потерь напора в запорных устройствах.	Изучение схемы установки. Определение сопротивления запорных устройств.	ОПК-2 ОПК-3 ПК-14
5		4	Измерение расхода воды с помощью диафрагмы.	Изучение установки. Определение расхода воды.	ОПК-2 ОПК-3 ПК-14
6-7		8	Изучение структуры потоков в аппаратах.	Изучение схемы установки. Изучение структуры потоков в прямой трубе.	ОПК-2 ОПК-3 ПК-14
8		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 ОПК-3 ПК-14
9	Гидростатика	4	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости.	Изучение схемы установки. Определение абсолютного и избыточного давления.	ОПК-2 ОПК-3 ПК-14

**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	7	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ОПК-2 ОПК-3 ПК-14
2	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли	7	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ОПК-2 ОПК-3 ПК-14
3	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	7	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ОПК-2 ОПК-3 ПК-14
4	Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе	7	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ОПК-2 ОПК-3 ПК-14
5	Определение потерь напора в запорных устройствах	7	Выполнение расчета, оформление отчета	ОПК-2 ОПК-3 ПК-14
6	Измерение расхода воды с помощью диафрагмы	7	Выполнение расчета, оформление отчета	ОПК-2 ОПК-3 ПК-14
7, 8	Изучение структуры потоков в аппаратах	14	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ОПК-2 ОПК-3 ПК-14
9	Определение скорости и расхода воды при истечении через отверстия и цилиндрический насадок	7	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ОПК-2 ОПК-3 ПК-14

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 ВПО «КНИТУ», протокол №12 от 24 октября 2011 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.

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа</i>	<i>9</i>	<i>36</i>	<i>60</i>
<i>Экзамен</i>		<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого:</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

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 зачтённой, если изначальный балл ≥ 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, расчетные, коллоквиумы).

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

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 ≥ 3 .
балл за соответствующий экзаменационный вопрос, B – количество вопросов в билете.
При защите проекта R^3 определяется комиссией.

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

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

Основные источники информации	Кол-во экз.
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

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
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	70 экз. в УНИЦ КНИТУ

ные процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие /А.И. Разинов, О.В. Маминов, Г.С. Дьяконов - Казань: изд-во КГТУ, 2007. – 212 с.	
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

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
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://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «ЮРАЙТ» - <http://www/biblio-online.ru/>
3. ЭБС «Руконт» - <http://rucont.ru/>
4. ЭБС «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
5. ЭБС «КнигаФонд» - <http://www.knigafund.ru/>

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



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» не предусмотрена учебным планом.

Лабораторный практикум изложен в учебном пособии [3], необходимый тираж которого имеется в библиотеке, что позволяет студентам самостоятельно готовиться к лабораторным работам, проводить обработку результатов и оформление отчетов.

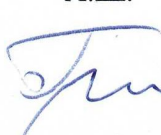
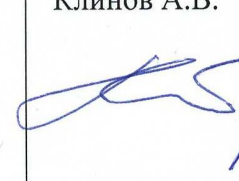
Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Механика жидкости и газа»,
направление 18.03.02

(наименование дисциплины)

пересмотрена на заседании кафедры Процессы и аппараты химической технологии

(наименование кафедры)

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры №__ от __ 20__)	Наличие измене- ний	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМЦ/ОМг/ ОАиД
1	№11 от 31.08.18	нет	нет	Бикбулатов А.Ш. 	Клинов А.В. 	Китаева Л.А. 