

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

УТВЕРЖДАЮ

 Проректор по УР
А.В.Бурмистров
« 07. » 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине «Гидрогазодинамика»
Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
(шифр) (наименование)

Профиль подготовки: «Энергетика теплотехнологий»

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет ИХНМ, механический

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

Курс 2, семестр 4

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	-	-
Курсовое проектирование	-	-
Лабораторные занятия	27	0,75
Контроль самостоятельной работы		
Самостоятельная работа	63	1,75
Форма аттестации	Зачет 4 семестр	
Всего	108	3

Казань 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №143 от 28.02.2018 по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Для профиля подготовки «Энергетика теплотехнологий» на основании учебного плана набора для набора обучающихся 2019 г.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

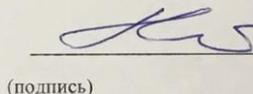
доцент каф. ПАХТ
(должность)


(подпись)

А.Ш. Бикбулатов
(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ протокол от 22.05.19 № 6

Зав. кафедрой, профессор

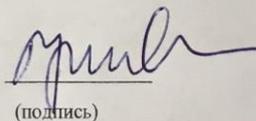

(подпись)

А.В. Клинов
(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры ТОТ от 27.06.19 № 14

Заведующий кафедрой, профессор


(подпись)

Ф.М. Гумеров
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Нач. УМЦ, доцент


(подпись)

Л.А. Китаева
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» 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 «Гидрогазодинамика» относится к обязательной части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» набор специальных знаний и компетенций

Для успешного освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» бакалавр по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) математика,*
- б) информационные технологии,*
- в) физика,*
- г) химия,*
- д) теоретическая механика,*

Дисциплина «Гидрогазодинамика» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях*
- б) Теплообмен*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Гидрогазодинамика» могут быть использованы при прохождении практик и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

2. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Компетенция:

ОПК-2 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

Индикаторы достижения компетенции

ОПК-2.1. Знает основы физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, основные законы химии и химических процессов, основы автоматического управления и регулирования.

ОПК-2.2. Умеет применять математический аппарат исследования функций линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, численных методов, основные законы физики и химии для проектирования инженерных систем.

ОПК-2.3. Владеет навыками моделирования химико-технологических систем с применением средств автоматического регулирования.

Компетенция:

ОПК-3 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

Индикаторы достижения компетенции

ОПК-3.1. Знает основные законы движения жидкости и газа, основы теплообмена в теплотехнических установках, основы термодинамики и термодинамических соотношений.

ОПК-3.2 Умеет применять знания основ термодинамики для расчетов и термодинамических процессов, циклов и их показателей.

ОПК-3.3. Владеет навыками расчета теплотехнических установок и систем

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 «Гидрогазодинамика».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
				Лекция	Практические занятия	Лабораторные работы	КСР	СРС	
1	<i>Введение</i>	4	1-2	2					
2	Гидромеханика	4	3-16	14		20		45	<i>Защита лабораторных работ</i>
3	Гидростатика	4	17-18	2		7		18	<i>Защита лабораторных работ</i>
	ИТОГО	4	18	18		27		63	
Форма аттестации						зачет			

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 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенци
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-2.1, ОПК- 2.2; ОПК-2.3 ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-3.3
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 неразрывности и уравнение сплошности (неразрывности) потока. Безвихревой (ламинарный) и вихревой (турбулентный) режимы движения. Распределение скоростей по сечению круглой трубы при ламинарном и турбулентном течении.	ОПК-2.1, ОПК- 2.2; ОПК-2.3 ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-3.3
		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	
		2	Теория подобия.	Гидродинамическое подобие. Числа и критерии подобия.	
		2	Исследование и математическое описание структуры потоков в аппаратах.	Модели идеального вытеснения и смешения. Реальные модели: диффузионная и ячеечная.	
		2	Нестационарные процессы	Силовое воздействие установившегося потока на преграду. Неустановившееся движение несжимаемой жидкости в жестких трубопроводах. Явление гидравлического	

				удара. Понятие о волновых процессах в гидромагистралах. Формулы Жуковского для гидравлического удара. Способы ослабления гидравлического удара. Взаимодействие потока жидкости с твердыми стенками	
		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)	
		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-2.1, ОПК- 2.2; ОПК-2.3 ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-3.3
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-2.1, ОПК- 2.2; ОПК-2.3 ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-3.3

6. Содержание практических занятий

Учебным планом для бакалавров по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» не предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Гидрогазодинамика».

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 лабораторного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенци
	2.Гидромеханика	20			
1		4	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	Проведение эксперимента по определению режимов течения.	ОПК-2.1, ОПК- 2.2; ОПК-2.3 ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-3.3
2		4	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли.	Определение напоров.	ОПК-2.1, ОПК- 2.2; ОПК-2.3 ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-3.3
3		4	Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе.	Изучение схемы установки. Определение сопротивления в прямой трубе.	ОПК-2.1, ОПК- 2.2; ОПК-2.3 ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-3.3
4		4	Измерение расхода воды с помощью диафрагмы.	Изучение установки. Определение расхода воды	ОПК-2.1, ОПК- 2.2; ОПК-2.3 ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-3.3
5		4	Изучение структуры потоков в аппаратах	Изучение схемы установки. Изучение структуры потока в прямой трубе.	ОПК-2.1, ОПК- 2.2; ОПК-2.3 ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-3.3
6	3.Гидростатика	7	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	Изучение схемы установки. Определение абсолютного и избыточного давления.	ОПК-2.1, ОПК- 2.2; ОПК-2.3 ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-3.3

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

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	10	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	ОПК-2.1, ОПК- 2.2; ОПК-2.3 ОПК-3.1, ОПК-3.2; ОПК-3.3
2	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли	11	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	
3	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	11	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	
4	Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе	10	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	
5	Измерение расхода воды с помощью диафрагмы	10	Выполнение расчета, оформление отчета	
6	Изучение структуры потоков в аппаратах	11	Подготовка к лабораторному занятию, выполнение расчета	

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Гидрогазодинамика» используется балльно-рейтинговая система, соответствующая «Положению о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО «КНИТУ». Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля.

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа	6	60	100
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 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:

$$\mathbf{R}^{\text{тек}} = 12 \cdot \left(\sum_{i=1}^n \mathbf{a}_i \mathbf{B}_i \right),$$

где \mathbf{B}_i - средний за семестр балл студента по работам вида i ; \mathbf{a}_i - весовой множитель (доля), определённый лектором для работ вида i ; \mathbf{n} – количество видов работ в семестре (лабораторные).

Таким образом, для допуска к зачету текущий рейтинг студента должен составить от 36 до 60 баллов. По дисциплине «Гидрогазодинамика» предусмотрены лабораторные работы. Распределение весовых множителей по семестру следующее:

4-й - $\mathbf{a}_i = 1$.

Рейтинг по дисциплине $\mathbf{R}^{\text{дис}}$ определяется баллами текущего $\mathbf{R}^{\text{тек}}$ рейтинга. Перевод рейтинга по дисциплине в традиционную шкалу оценок осуществляется следующим образом:

$0 \leq \mathbf{R}^{\text{дис}} < 60$ – незачет;

$60 \leq \mathbf{R}^{\text{дис}}$ – зачет.

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

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Гидрогазодинамика» 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.	96 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. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии 3-е изд. в 2-х кн. – М.:»Химия», 2002 – Ч.1. 400 с., Ч.2. 368 с.	Часть 1 – 1886 Часть 2 -1916 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.	1487 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. Проектный расчет оптимальной ректификационной колонны с колпачковыми, ситчатыми и клапанными тарелками для разделения бинарной смеси: метод. указания / сост. Г.С. Дьяконов [и др.]; Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2008. – 20 с.	10 экз. в УНИЦ КНИТУ, 250 экз. на каф. ПАХТ

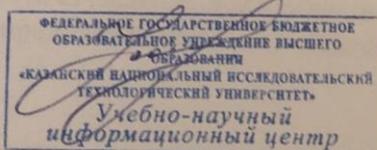
3. Процессы и аппараты химической технологии. Метод. указания к лабор. практикуму. Ч.1. Лабораторные работы. Казань, 2005. 56 с.	1 экз.
4. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам химической технологии: учебное пособие, Ф.А. Абдулкашапова [и др.]; под ред. Г.С. Дьяконова. – Казань: изд-во КГТУ, 2005. – 236 с.	1487 экз. в УНИЦ КНИТУ
5. Басниев К.С. Подземная гидромеханика / Басниев К.С., Дмитриев Н.М., Каневская Р.Д., Максимов В.М.- 2-е изд., М.-И., 2006, 488 с.	5 экз. в УНИЦ КНИТУ
6. Абдулкашапова Ф.А. Основные положения гидродинамики движения жидкости и газа в рамках курса «Нефтегазовое дело» (часть 1)/Абдулкашапова Ф.А., Игнашина Т.В., Бронская В.В. – Казань: РИЦ «Школа», 2019. – 83с.	90 экз. на каф. ПАХТ

10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины "Гидрогазодинамика" использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «ЮРАЙТ» - <http://www.biblio-online.ru/>
3. ЭБС «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
4. ЭБС «IPRbooks» - <http://www.iprbooks.ru/>
5. Комплект методической литературы, размещенной на сайте кафедры ПАХТ

Согласовано:
УНИЦ КНИТУ



11.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Стандартная справочная база данных и информационные системы.
NIST <https://webbok/nist.gov/chemisty/>
2. База данных CoolProp <http://www.coolprop.org/v4/index.html>

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

1. Лекционные занятия:
 - a. комплект электронных презентаций/слайдов, электронный вариант лекций
 - 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.
4. Лицензированные свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Гидрогазодинамика»:

- a) MS Office
- b) Mathcad Education-Universitu Edition
- c) Аскон Компас 3Dv14

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 «Гидрогазодинамика» составляют более 18 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.