

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

« 24 » 09. 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.Б.15. Гидрогазодинамика
Направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»
(шифр) наименование)
Профиль подготовки Инженерная защита окружающей среды
Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР
Форма обучения ЗАОЧНАЯ
Институт, факультет ИХТИ, ФЭТИБ
Кафедра-разработчик рабочей программы «Процессы и аппараты химической технологии»
Курс 3 семестр 6

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	6	0,17
Лабораторные работы	8	0,22
Самостоятельная работа	157	4,36
Форма аттестации	Экз. 9	0,25
Всего	180	5

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №246 от 21.03.2016.

по направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность»
(шифр) (наименование)

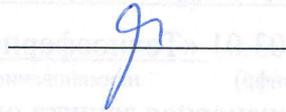
по профилю – Инженерная защита окружающей среды

Типовая программа по дисциплине отсутствует

Рабочая программа составлена на основании учебного плана для начала подготовки 2016, 2017 и 2018 годов.

Разработчик программы:

доцент каф. ПАХТ



Р.Н.Хамидуллин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПАХТ, протокол от 31 августа 2018 № 11

Зав. кафедрой ПАХТ, профессор



А.В. Клинов

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии факультета или института, реализующего подготовку образовательной программы от 12 сентября 2018 г. № 8

Председатель комиссии, профессор

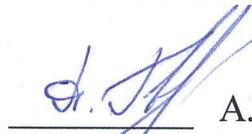

(подпись)

В.Я.Базотов
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета от 17 сентября 2018 г. № 9

Председатель комиссии, доцент



А.В.Гаврилов

Нач. УМЦ, доцент



Л.А.Китаева

Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» являются:

- а) формирование знаний о теоретических основах процессов химической технологии и конструкциях аппаратов для их проведения,*
- б) обучение технологии получения конечного результата – выбора оптимальных режимных параметров протекающих процессов и расчета основных размеров соответствующих аппаратов,*
- в) обучение способам применения полученных знаний для решения практических задач,*
- г) раскрытие сущности процессов, происходящих в промышленных аппаратах.*

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Гидрогазодинамика» относится к базовой части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» набор специальных знаний и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» бакалавр по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) математика,*
- б) информатика,*
- в) физика,*
- г) общая и неорганическая химия,*
- д) прикладная механика,*
- е) физическая химия,*
- ж) техническая термодинамика и теплотехника.*

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

- а) общая химическая технология,*
- б) химические реакторы,*
- в) моделирование химико-технологических процессов,*

г) системы управления химико-технологическими процессами,

д) процессы и аппараты химических и нефтехимических производств

Знания, полученные при изучении дисциплины «Гидрогазодинамика» могут быть использованы при прохождении производственной, преддипломной практик и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОК-11 - способность к абстрактному и критическому мышлению, исследованию окружающей среды для выявления ее возможностей и ресурсов, способностью к принятию нестандартных решений и разрешению проблемных ситуаций;

ОПК-1 - способность учитывать современные тенденции развития техники и технологии в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

ПК-1 - способностью принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

а) понятия: поток и его параметры (расход, живое сечение), режим течения (ламинарный, турбулентный), напор, потери напора, число и критерий подобия, гидравлическое сопротивление, рабочие параметры и характеристики насоса, кавитация, гидро- и пневмосистема (устройство);

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

г) основные компоненты гидро- и пневмосистем (устройств).

2) Уметь:

- а) определять характер движения жидкостей и газов;
- б) определять параметры и режимы движения потока;
- в) рассчитывать силовое воздействие потока на преграду;
- г) оценивать работу гидро- и пневмосистем (устройств).

3) Владеть:

- а) методами технологических расчетов гидро- и пневмосистем;
- б) методами определения оптимальных и рациональных эксплуатационных режимов работы оборудования.

4. Структура и содержание дисциплины «Гидрогазодинамика»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы 180 часов.

№ 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	Лабораторные работы	СРС	
1	Флюиды и их физические свойства	6		1		30	Защита лабораторных и контрольных работ
2	Основы гидрогазодинамики	6		1	2	40	Защита лабораторных и контрольных работ
3	Прикладная гидрогазодинамика	6		2	4	40	Защита лабораторных и контрольных работ
4	Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов	6		2	2	37	Защита лабораторных и контрольных работ
	Итого:			6	8	157	Экзамен, 9

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.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Компетенции
1	<i>Флюиды и их физические свойства.</i>	1	Предмет и задачи дисциплины.	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. Неньютоновские жидкости	ОК-11, ОПК-1, ПК-1
2	<i>Основы гидрогазодинамики.</i>	0,5	Кинематика	Основные понятия кинематики флюидов: элементарная струйка, живое сечение, расход. Виды движения жидкостей и газов. Средняя скорость и уравнение сплошности (неразрывности) потока. Безвихревой (ламинарный) и вихревой (турбулентный) режимы движения. Распределение ско-	ОК-11, ОПК-1, ПК-1

				уравнение сплошности (неразрывности) потока. Безвихревой (ламинарный) и вихревой (турбулентный) режимы движения. Распределение скоростей по сечению круглой трубы при ламинарном и турбулентном течении. ОК-11, ОПК-1, ПК-1 Дифференциальные уравнения движения идеальной (уравнение Эйлера) и вязкой (уравнение Навье-Стокса) жидкостей.	
		0,5	Гидростатика Уравнение Бернулли	Гидростатика: абсолютный и относительный покой жидких сред, дифференциальные уравнения равновесия жидкости, основное уравнение гидростатики и закон Паскаля. Уравнение Бернулли для установившегося движения элементарной струйки идеальной жидкости. Геометрическое и энергетическое толкование уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для элементарной струйки и потока вязкой жидкости.	ОК-11, ОПК-1, ПК-1
3	<i>Прикладная гидрогазодинамика.</i>	1	Потери напора	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.	ОК-11, ОПК-1, ПК-1
		0,5	Давление жидкости на стенку	Практическое применение закона Паскаля. Давление жидкости на смачиваемую стенку. 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.	ОК-11, ОПК-1, ПК-1
		0,5	Гидравлический расчет трубопроводов	Виды трубопроводов. Типы задач. Расчет простого трубопровода. Характеристика трубопроводной сети. Расчет сложных трубопроводов. Основы расчета газопроводов. Понятие о технико-экономическом расчете трубопровода	ОК-11, ОПК-1, ПК-1
4	<i>Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов.</i>	1	Аппараты для перемещения жидкостей	Классификация насосов и их основные характеристики. Динамические насосы: центробежные, осевые, вихревые, струйные, газлифты; объемные насосы: поршневые, диафрагмовые, шестеренные, пластинчатые, винтовые, Монтежу. Сравнительный анализ работы насосов различных типов.	ОК-11, ОПК-1, ПК-1

		1	Аппараты для сжатия и перемещения газов	Классификация компрессорных машин и их основные характеристики. Термодинамические основы процесса сжатия. Объемные компрессоры: поршневые, пластинчатые, водокольцевые, с двумя вращающимися поршнями; динамические компрессоры: центробежные, осевые. Сравнительный анализ работы компрессорных	
	Итого:	6			

6. Содержание практических занятий

Не предусмотрено

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, касающегося закономерностей движения потоков жидкостей и газов, а также выработка студентами определенных умений, связанных с определением режимов течения жидкостей и газа, и навыков, связанных с выполнением расчетов гидравлических сопротивлений и выбора компонентов гидро- и пневмосистем.

Лабораторные работы проводятся в помещении учебных лабораторий кафедры.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лабораторной работы	Краткое содержание	Компетенции
2	<i>Основы гидродинамики.</i>	2	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	Ознакомление с методикой измерения давлений и вакуума приборами. Измерение двух-трех значений избыточного давления и вакуума на свободной поверхности и в точке Д, погруженной в жидкость на глубину Н. Перевод измеренных значений давления в единицы СИ. Определение расчетных значений избыточного давления в точке Д по основному уравнению гидростатики и сравнение их с измеренными значениями. Определение расчетных значений абсолютного давления в точке Д.	ОК-11, ОПК-1, ПК-1
3	<i>Прикладная гидрогазодинамика.</i>	1	Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе	1) определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе по длине непосредственно из опыта при различных скоростях движения воды. Определение потерь напора по длине расчетным путем. Сравнение полученных опытных значений с вычисленными.	ОК-11, ОПК-1, ПК-1
		2	Определение потерь напора в запорных устройствах	Ознакомление с одним из видов местных сопротивлений – запорными устройствами (вентилем, задвижкой и краном). Экспериментальное определение потерь давления в полностью открытом вентиле и наполовину открытой задвижке ($h/D = 0,5$) при различных скоростях движения жидкости и сравнение этих потерь с расчетными или обратная задача: по найденному из опыта коэффициенту местного сопротивления задвиж-	ОК-11, ОПК-1, ПК-1

				ки найти степень ее открытия.	
		1	Определение скорости и расхода воды при истечении через отверстия и цилиндрический насадок	Ознакомление с конструкцией отверстий в «тонкой стенке», насадков и особенностями истечения из них. Определение по напору скоростей истечения воды через различные отверстия и цилиндрический насадок, сравнение полученных величин с опытными значениями, рассчитанными по измеренным координатам струи. Определение расхода воды при истечении через различные отверстия и цилиндрический насадок, сравнение полученных величин с опытными значениями, измеренными объемным методом. Расчет времени истечения воды через отверстие в «тонкой стенке» или цилиндрический насадок при переменном напоре и сравнение расчетного значения с опытным, измеренным с помощью секундомера.	ОК-11, ОПК-1, ПК-1
4	<i>Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов.</i>	2	Испытание центробежного насоса	Ознакомление с конструкцией насосной установки. Проведение испытания центробежного насоса типа Кс 10- 55/2. Построение рабочих характеристик насоса при постоянном числе оборотов по опытным и расчетным данным. Определение оптимальных параметров насоса при данном числе оборотов.	ОК-11, ОПК-1, ПК-1
	<i>Итого:</i>	8			

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Разделы дисциплины	Часы	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	<i>Флюиды и их физические свойства.</i>	10	Определение режима течения воды в цилиндрической трубе круглого сечения	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ОК-11, ОПК-1, ПК-1
		10	Экспериментальная демонстрация уравнения Бернулли	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ОК-11, ОПК-1, ПК-1
		10	Измерение давления и вакуума в покоящейся жидкости	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ОК-11, ОПК-1, ПК-1
2	<i>Основы гидродинамики.</i>	20	Определение потерь напора в прямой цилиндрической трубе	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ОК-11, ОПК-1, ПК-1
		20	Определение потерь напора в запорных устройствах	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ОК-11, ОПК-1, ПК-1
3	<i>Прикладная гидродинамика.</i>	20	Измерение расхода воды с помощью диафрагмы	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ОК-11, ОПК-1, ПК-1
		10	Изучение гидравлики зернистого слоя	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ОК-11, ОПК-1, ПК-1
		10	Определение скорости и расхода воды при истечении через отверстия и цилиндриче-	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ОК-11, ОПК-1, ПК-1

			ский насадок		
4	<i>Перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов.</i>	37	Испытание центробежного насоса	Подготовка к работе, обработка результатов, оформление отчета	ОК-11, ОПК-1, ПК-1
	Итого:	157			

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Гидрогазодинамика» используется рейтинговая система, соответствующая «Положению о бально-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.

Таблица с рейтингом		
6 семестр		
Оценочные средства	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторные работы	18	30
Контрольная работа	18	30
Экзамен	24	40
Итого:	60	100

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 «Гидрогазодинамика» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

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. 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
4. 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. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры: справочник / А.А. Лашинский, А.Р. Толчинский. – 4-е изд., стереотип. – М: Арис. 2010. – 753 С..	1000 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.	10 экз. в УНИЦ КНИТУ, 250 экз. на каф. ПАХТ

гос. технол. ун-т. – Казань, 2008. – 20 с.	
3. Проектирование оптимальной многокорпусной вы- парной установки: метод. указания / сост. Ф.А. Аб- дулкашاپова, А.И. Разинов, И.П. Анашкин; Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2009. – 20 с.	11 экз. в УНИЦ КНИТУ, 53 экз. на каф. ПАХТ
4. Проектирование оптимального насадочного аб- сорбера: метод. указания / сост. А.И. Разинов, И.П. Анашкин, Л.Р. Миннибаева; Казан. нац. иссл. технол. ун-т. – Казань, 2014. – 20 с.	10 экз. в УНИЦ КНИТУ, 50 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.iprbookshop.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 аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

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 проведении коллоквиумов и защите лабораторных работ организуются дискуссии между студентами. Занятия, проводимые в интерактивных формах, при изучении дисциплины «Гидрогазодинамика» составляют 6 часа аудиторных занятий, требуемых учебным планом.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Гидрогазодинамика»
(наименование дисциплины)

По направлению 20.03.01 «Техносферная безопасность»
(шифр) (название)

Профиль подготовки Инженерная защита окружающей среды
для набора обучающихся 2019 г.

Форма обучения заочная
пересмотрена на заседании кафедры ПАХТ
(наименование кафедры)

Дата переутверждения РП	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП доц. Хамидуллин Р.Н.	Подпись заведующего кафедрой ПАХТ проф. 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 и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Гидрогазодинамика»:

1. MS Office
2. Mathead Education-University Edition
3. Аскон Компас 3Dv14