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
«01» 07 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.Б.15 «Гидрогазодинамика»
Направление подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Профиль подготовки «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»
Квалификация (степень) выпускника бакалавр
Форма обучения заочная
Институт, факультет: КМИЦ «Новые технологии»
Кафедра-разработчик рабочей программы КМИЦ «Новые технологии»
Курс, семестр курс – 2-3, семестр – 4-5

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	2	0,05
Практические занятия	-	-
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	6	0,17
Самостоятельная работа	163	4,53
Форма аттестации	Экзамен (9)	0,25
Всего	180	5,0

Казань, 2019 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» профиль подготовки «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» на основании учебного плана для набора обучающихся 2019 года.

Примерная программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

_____	_____	_____
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании КМИЦ «Новые технологии»,

протокол от «06» 07 2019 г. № 6.

Директор, профессор	_____	А.Ф. Махоткин
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии КМИЦ «Новые технологии»
от «06» 07 2019 г. № 6

Председатель комиссии, профессор	_____	А.Ф. Махоткин
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О)
Начальник УМЦ	_____	Л. А. Китаева
(должность)	(подпись)	(Ф.И.О)

1. *Цели освоения дисциплины*

Целями освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» являются:

а) формирование знаний о теоретических основах гидродинамических 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 образовательной программы (ОП)*

Дисциплина Б1.Б.15 «Гидрогазодинамика» относится к базовой части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 20.03.01«Техносферная безопасность» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины Б1.Б.15 «Гидрогазодинамика» бакалавр по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- Б1.Б.5 Высшая математика;
- Б1.Б.7 Физика;
- Б1.Б.14.1 Теоретическая механика;
- Б1.Б.14.2 Сопротивление материалов.

Дисциплина Б1.Б.15 «Гидрогазодинамика» является предшествующей и необходима бакалаврам по направлению подготовки 20.03.01«Техносферная безопасность» для успешного усвоения последующих дисциплин:

- Б1.Б.16 Теплофизика;
- Б1.В.ДВ.6.1 Расчет и проектирование систем безопасности труда;
- Б1.В.ДВ.11.1 Основы технологий химических производств;
- Б1.В.ДВ.11.2 Основы технологий нефтегазопереработки.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Гидрогазодинамика» могут быть использованы при прохождении учебной практики, преддипломной практики и выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 20.03.01«Техносферная безопасность».

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

ОК-11 - способностью 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 технологий 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) основы теории переноса импульса;

б) принципы физического моделирования химико-технологических процессов;

в) основные уравнения движения жидкостей;

г) типовые гидромеханические процессы химической технологии, соответствующие аппараты и методы их расчета.

2) Уметь:

а) определять характер движения жидкостей и газов;

в) рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного гидромеханического процесса.

3) Владеть:

а) методами технологических расчетов отдельных узлов и деталей химического оборудования;

б) методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.

4. Структура и содержание дисциплины «Гидрогазодинамика».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Информационные и другие образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Семинар (Практическое занятие)	Лабораторные работы	СРС		
1	Основные теоретические положения	4	2	-	-	7	При проведении лекционных занятий используется проектор и ноутбук	Контрольная работа
2	Гидравлическое сопротивление и диссипация энергии потока вязкой жидкости	5	-	-	3	27	При проведении лекционных занятий используется проектор и ноутбук	Лабораторная работа
3	Гидравлические напорные системы	5	-	-	3	27	При проведении лекционных занятий используется проектор и ноутбук	Лабораторная работа
4	Некоторые сведения из прикладной газовой динамики	5	-	-	-	30	При проведении лекционных занятий используется проектор и ноутбук	Контрольная работа

5	Основы массопередачи	5	-	-	-	36	При проведении лекционных занятий используется проектор и ноутбук	Контрольная работа
6	Основы теплообмена	5	-	-	-	36	При проведении лекционных занятий используется проектор и ноутбук	Контрольная работа
	ИТОГО:		2	-	6	163		Экзамена (9)

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основные теоретические положения	2	1 Физико-механические свойства жидкости. Модель сплошной среды и ее гидродинамические параметры 2 Гидростатика. Дифференциальные уравнения гидростатики Эйлера 3 Элементы кинематики сплошной среды 4 Основы динамики жидкости	1 Определение жидкости, её физическая модель. Отличительное свойство жидкости - текучесть. Жидкости несжимаемые (капельные) и сжимаемые (газообразные). Макроскопическая однородность и изотропность жидкости. Модель сплошной материальной среды, ее математическое представление. Объемная, поверхностная и массовая плотность распределения физических величин в сплошной среде. Скалярные и векторные поля плотности распределения массы, энергии, количества движения. Силы и напряжения в сплошной среде. Классификация сил, их определение. Плотность распределения объемных сил. Векторное поле плотности распределения сил тяжести. Поверхностные силы. Нормальные и касательные напряжения. Гидродинамическое давление, градиент давления. Формула Остроградского, выражающая связь между поверхностным интегралом от нормального напряжения, объемным интегралом от градиента давления. Свойство упругости. Объемный модуль упругости и его значение для капельных и газообразных сред. Скорость распространения упругих деформаций в сплошной среде. Свойство вязкости. Закон Ньютона о внутреннем трении при плоскопараллельном течении жидкости. Аналогия с законом Гука. Коэффициенты вязкости и их размерность. Зависимость вязкости от температуры и давления. Неньютоновские жидкости. 2 Определение и задачи гидростатики.	ОК-11; ОПК-1; ПК-1

				Гидростатическое давление. Система дифференциальных уравнений гидростатики Эйлера и их интегрирование при равновесии однородной несжимаемой жидкости в поле действия объемных и поверхностных сил, сил инерции и при отсутствии действия объемных сил. Манометрическое давление и статический вакуум. Гидростатический парадокс. Закон Паскаля. Приборы для измерения давления. Статическое давление жидкости на твердые поверхности и в замкнутых объемных. Закон Архимеда. Потенциальная энергия и гидростатический напор покоящейся жидкости. 3 Определение, задачи и методы кинематики. Силы, обусловливающие движение жидкости и газа. Задание кинематических характеристик движения по Лагранжу и Эйлеру. Условие непрерывности движения сплошной среды. Приложение закона сохранения массы к механике сплошной среды. Дифференциальное уравнение неразрывности движения сплошной среды и его физический смысл. Струйная модель движения - основа гидравлики. Векторное поле скоростей, заданное по Эйлеру, и его упорядочение. Стационарное, нестационарное (неустановившееся) движение. Линии тока и траектории. Внешние и внутренние течения. Трубка тока и струйка тока. Объемный расход. Интегральное уравнение неразрывности движения вдоль струйки тока. Модель одномерного течения. Средняя скорость. Уравнение баланса расхода. Понятие об ускорении при движении сплошной среды. Ускорение как полная (субстанциональная) производная от вектора скорости по времени при движении сплошной среды, заданного полем скоростей по Эйлеру. Локальная и конвективная составляющие ускорения и их физический смысл. 4 Дифференциальные уравнения движения идеальной сплошной среды. Понятие об идеальной сплошной среде. Граничное условие для потока на твердой стенке. Закон сохранения количества движения и его приложение к движению идеальной сплошной среды. Дифференциальные уравнения	

				движения, их физический смысл. Уравнения Бернулли. Преобразование дифференциальных уравнений Эйлера для стационарного движения несжимаемой жидкости в поле объемных сил, имеющих потенциал. Интегрирование уравнения вдоль линии тока. Интеграл Бернулли как первый интеграл движения, его физический смысл. Распространение интеграла Бернулли на струйку тока идеальной сплошной среды при движении в поле сил тяжести. Потенциальный и скоростной напор в сечении струйки тока, диаграмма уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли в единицах объемной плотности механической энергии. Гидравлические уравнения. Гидравлическое уравнение Бернулли для одномерного потока вязкой жидкости. Значения потенциального и скоростного напора в поперечном сечении потока. Коэффициент кинетической энергии. Баланс напоров для двух сечений потока. Потеря напора. Общий вид гидравлического уравнения Бернулли и примеры его применения. Гидравлическое уравнение количества движения. Приращение количества движения вдоль струйки тока и вдоль потока жидкости. Коэффициент количества движения. Выражение импульса внешних сил. Общий вид гидравлического уравнения количества движения и примеры его применения. Конечно-разностные формы уравнений Навье-Стокса и Рейнольдса. Общая схема применения численных методов на ЭВМ. Элементы теории гидродинамического подобия. Критерии подобия Ньютона, Эйлера, Рейнольдса, Фруда. Моделирование гидравлических явлений.	
2	Гидравлическое сопротивление и диссипация энергии потока вязкой жидкости	-	1 Основные понятия и определения 2 Потери давления (напора) по длине потока и местные гидравлические потери 3 Законы	1 Работа, энергия и мощность потока вязкой жидкости. Затраты энергии на работу сил трения и диссипацию (рассеяние). Гидравлическое сопротивление инерционное, вязкое и инерционно - вязкое, сопротивление по длине потока. Структуры потоков жидкости. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса и его критические значения. Напорное и безнапорное	ОК-11; ОПК-1; ПК-1

			гидравлического сопротивления при ламинарном движении 4 Законы гидравлического сопротивления при турбулентном движении	течения. Течения: равномерное, неравномерное, резкоизменяющееся. Гидравлическое уравнение равномерного движения. Кавитационное течение. 2 Потери напора. Потери напора по длине. Расчетная формула Вейсбаха-Дарси. Гидравлические коэффициенты потерь напора, коэффициент гидравлического трения и общий вид их функциональных зависимостей. Основные виды местных сопротивлений. Местные потери напора. Расчетная формула Вейсбаха. Коэффициент местных потерь. Местные потери напора при больших числах Рейнольдса. Резкое расширение и резкое сужение потока. Течения в диффузорах, конфузорах, коленах. Местные потери напора при малых числах Рейнольдса. 3 Ламинарное движение в круглой трубе. Распределение касательных напряжений и скоростей в поперечном сечении потока. Формула Пуазейля для расхода. Средняя скорость. Закон гидравлического сопротивления для потока в круглой трубе. Законы гидравлического сопротивления для потоков с некруглым поперечным сечением. 4 Особенности турбулентного движения жидкости. Пульсация скоростей. Модель осредненного турбулентного течения. Турбулентные напряжения. Турбулентное течение в круглой трубе. Турбулентное ядро и пристеночная область течения. Роль шероховатости стенки. Зернистая и технологическая шероховатости. График Никурадзе. Закон сопротивления гладкой стенки. Формула Блазиуса. Доквадратичный закон сопротивления «шероховатой» стенки. Формула Колбрука. Квадратичный закон сопротивления «шероховатой» стенки. Формула Прандталя - Никурадзе. График Колбрука.	
3	Гидравлические напорные системы	-	1 Основные понятия и определения 2 Методика гидравлического расчета напорных систем 3	1 Определение гидравлической напорной системы. Применение на практике различных гидравлических напорных систем. Составные элементы гидравлических напорных систем. Основная гидравлическая характеристика напорной системы. 2 Общая методика гидравлического расчета напорных систем. Задачи	ОК-11; ОПК-1; ПК-1

			Гидравлический удар 4 Истечение жидкости через отверстия и насадки	гидравлического расчета. Расчет при установившемся (стационарном) движении жидкости. Применение гидравлических уравнений и расчетных формул. Точность гидравлического расчета. Трубопроводы. Классификация трубопроводов. Трубопроводы с последовательным и параллельным соединением линий. Основные задачи гидравлического расчета трубопроводов. Гидравлический расчет трубопроводов при установившемся движении жидкости. Коэффициент потерь напора в трубопроводах. Гидравлическая характеристика. Системы трубопровод-резервуар. Всасывающая линия насоса. Сифон. Напорная линия насоса. Разветвленный трубопровод. 3 Неустановившееся напорное движение в трубопроводах. Гидравлический удар. Неустановившееся напорное движение при работе гидроцилиндра. Учет сил инерции. Гидравлическое уравнение баланса энергии при неустановившемся движении. Инерционный напор. Явление гидравлического удара. Уравнение Жуковского для давления жидкости при гидравлическом ударе. Скорость распространения упругих деформаций. Неполный гидравлический удар. Защита систем от гидравлического удара. 4 Отверстия в резервуарах и насадки. Явление истечения жидкости через отверстие в стенке резервуара. Сжатие струи. Расчетные зависимости для определения скорости и расхода при постоянном напоре. Коэффициенты истечения. Особенности истечения через насадки. Истечение при переменном напоре. Проходные отверстия в элементах дросселирующих и клапанных аппаратов. Элементы дросселирующих аппаратов. Назначение и классификация. Дроссели с постоянным и регулируемым проходным отверстием. Расчетная формула истечения. Элементы клапанных аппаратов. Назначение и классификация. Пропускная способность. Статический расчет клапанов. Реактивная сила струи при истечении жидкости, её расчет.	

4	Некоторые сведения из прикладной газовой динамики	-	1 Одномерные потоки газа 2 Уравнение Бернулли - Сен-Венана и его приложения	1 Параметры состояния газа. Простейшие термодинамические процессы. Массовый расход газового потока. Установившееся изотермическое давление газа в трубопроводах, скорость звука и критическое отношение давлений, весовой расход газа. Истечение газа из резервуара при адиабатном (изоэнтропном) процессе, критическая скорость истечения, подкритическая и надкритические области истечения, число Маха. Истечение газа из резервуара в трубопровод при политропном процессе с учетом гидравлического сопротивления трубопровода. 2 Уравнение неразрывности. Уравнения Эйлера. Интеграл Бернулли. Уравнение Бернулли - Сен-Венана. Скорость звука в движущемся газе. Температура торможения. Истечение газа из котла под большим давлением. Формула Сен - Венана - Ванцеля. Максимальная скорость истечения.	ОК-11; ОПК-1; ПК-1
5	Основы массопередачи	-	1 Общие сведения о массообменных процессах 2 Абсорбция 3 Перегонка жидкостей 4 Экстракция 5 Адсорбция 6 Сушка 7 Кристаллизация и растворение 8 Процессы мембранного разделения смесей	1 Модифицированные уравнения массопередачи. Подобие процессов переноса массы. Связь коэффициентов массопередачи и массоотдачи. Массопередача с твердой фазой. 2 Равновесие при абсорбции. Материальный, тепловой баланс. Схемы абсорбционных процессов. Десорбция. 3 Общие сведения. Идеальные и неидеальные смеси. Простая перегонка. Ректификация. Непрерывно и периодически действующие ректификационные установки. 4 Равновесие при экстракции. Материальный баланс экстракции. Принципиальные схемы процесса экстракции. Конструкции экстракторов. 5 Равновесие в процессах адсорбции. Промышленные адсорбенты. Конструкции адсорбционных аппаратов. 6 Равновесие в процессах сушки. Конструкции сушилок. 7 Общие сведения. Равновесие при кристаллизации. Кинетика процесса кристаллизации. Кинетика процесса кристаллизации. Факторы, влияющие на процесс кристаллизации. Материальный и тепловой балансы кристаллизации. Кристаллизаторы. 8 Сущность процесса мембранного разделения смесей. Мембраны.	ОК-11; ОПК-1; ПК-1

				Кинетика процессов мембранного разделения смесей. Влияние различных факторов на мембранное разделение. Мембранные аппараты.	
6	Основы теплообмена	-	1 Основные положения теплообмена 2 Конвективный теплообмен 3 Лучистый теплообмен	1 Виды теплообмена. Температурное поле, градиент температуры. Стационарные и нестационарные процессы теплообмена. Основные характеристики теплопередачи. Теплопроводность. Постулат Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье. Решение дифференциального уравнения теплопроводности для одномерного стационарного теплового потока. 2 Механизм конвективного теплообмена. Связь тепловых и гидродинамических явлений при конвективном теплообмене. Коэффициент конвективного теплообмена; факторы, его определяющие. Принципы теоретического описания конвекции. Понятие о теории подобия и моделировании. Критерии гидромеханического и теплового подобия. Общий вид критериальных уравнений конвективного теплообмена. Критериальные уравнения для наиболее общих случаев естественной и вынужденной конвекции. Процесс кипения жидкости, его механизм, температурные характеристики. Процесс кипения и структура парожидкостного потока в парогенерирующей трубе. Коэффициент теплоотдачи при кипении. Пузырьковое и пленочное кипение. Кризисы теплообмена 1-го и 2-го рода. 3 Общие данные об электромагнитном излучении. Излучательная, отражательная, поглощающая, пропускательная способности тел. Законы Планка, Стефана—Больцмана, Вина, Кирхгофа, Ламберта, Кеплера. Приведенный коэффициент излучения. Излучение газов. Лучистый теплообмен в газовом пространстве пламенных печей.	ОК-11; ОПК-1; ПК-1

6. Содержание семинарских, практических занятий (лабораторного практикума)

Учебным планом по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» не предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Гидрогазодинамика».

7. *Содержание лабораторных занятий (если предусмотрено учебным планом)*.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лабораторного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
2	Гидравлическое сопротивление и диссипация энергии потока вязкой жидкости	3	Потери давления (напора) по длине потока и местные гидравлические потери	Потери давления (напора) по длине потока и местные гидравлические потери	ОК-11; ОПК-1; ПК-1
3	Гидравлические напорные системы	3	Методика гидравлического расчета напорных систем	Методика гидравлического расчета напорных систем	ОК-11; ОПК-1; ПК-1

8. Самостоятельная работа бакалавра

Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС*	Формируемые компетенции
Основные теоретические положения	7	Изучение базовой и дополнительной литературы, конспектирование изученных источников. Подготовка к контрольной работе	ОК-11; ОПК-1; ПК-1
Гидравлическое сопротивление и диссипация энергии потока вязкой жидкости	27	Изучение базовой и дополнительной литературы, конспектирование изученных источников. Подготовка к лабораторному занятию	ОК-11; ОПК-1; ПК-1
Гидравлические напорные системы	27	Изучение базовой и дополнительной литературы, конспектирование изученных источников. Подготовка к лабораторному занятию	ОК-11; ОПК-1; ПК-1
Некоторые сведения из прикладной газовой динамики	30	Изучение базовой и дополнительной литературы, конспектирование изученных источников. Подготовка к контрольной работе	ОК-11; ОПК-1; ПК-1
Основы массопередачи	36	Изучение базовой и дополнительной литературы, конспектирование изученных источников. Подготовка к контрольной работе	ОК-11; ОПК-1; ПК-1
Основы теплообмена	36	Изучение базовой и дополнительной литературы, конспектирование изученных источников. Подготовка к контрольной работе	ОК-11; ОПК-1; ПК-1

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Гидрогазодинамика» используется балльно-рейтинговая система. Рейтинговая оценка

формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в Положении ФГБОУ ВО «КНИТУ» от 04.09.2017 "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса".

По дисциплине предусматривается выполнение лабораторных и контрольных работ. За все эти виды работ студент может набрать 60 баллов, которые входят в семестровую составляющую, которые распределяются по возможности равномерно по всему семестру. Минимальное количество баллов – 36. За экзамен студент может получить максимальное количество баллов – 40. В итоге максимальный рейтинг за изучение дисциплины составляет 100 баллов.

Оценочные средства	***Кол-во***	***Min, баллов***	***Max, баллов***
Лабораторная работа	2	2*9=18	2*15=30
Контрольная работа	1	18	30
Экзамен	1	24	40
Итого:		60	100

По окончании семестра обучающийся, набравший менее 60 баллов, не допускается к экзамену и считается неуспевающим. В этом случае обучающийся в установленном в КНИТУ порядке обязан пересдать экзамен.

Пересчет итоговой суммы баллов за семестр, где предусмотрен экзамен, в традиционную и международную оценку

Оценка	***Итоговая сумма баллов без экзаменационной составляющей***	***Оценка (ECTS)***
5 (отлично)	***57-60***	***A (отлично)***
4 (хорошо)	***54-56***	***B (очень хорошо)***
	51-53	***C (хорошо)***
	48-50	***D (удовлетворительно)***
3 (удовлетворительно)	***42-47***	
	36-41	***E (посредственно)***
2 (неудовлетворительно)	***Ниже 36 баллов***	***F (неудовлетворительно)***

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Гидрогазодинамика»

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Гидрогазодинамика» в качестве основных источников информации, рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. (Гораций), Ламб Гидродинамика. Т.I / Горас Ламб (Гораций); перевод А. В. Гермогенов, В. А. Кудрявцев; под редакцией Н. А. Слезкина. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 452 с. — ISBN 978-5-4344-0678-9.	ЭБС «IPR BOOKS» http://www.iprbookshop.ru/92111.html доступ из любой точки интернет после регистрации с IP адресов КНИТУ
2. (Гораций), Ламб Гидродинамика. Т.II / Горас Ламб (Гораций); перевод А. В. Гермогенов, В. А. Кудрявцев; под редакцией Н. А. Слезкина. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 482 с. — ISBN 978-5-4344-0679-6.	ЭБС «IPR BOOKS» http://www.iprbookshop.ru/92112.html доступ из любой точки интернет после регистрации с IP адресов КНИТУ
3. Гидравлика: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, А. Г. Коваленко, И. В. Кудинов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 386 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01120-3.	ЭБС «ЮРАЙТ» http://www.biblio-online.ru/bcode/432989 доступ из любой точки интернет после регистрации с IP адресов КНИТУ
4. Алексеев, Г. В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Механика жидкости и газа»: учебное пособие / Г. В. Алексеев, И. И. Бриденко. — Саратов: Вузовское образование, 2013. — 132 с. — ISBN 2227-8397.	ЭБС «IPR BOOKS» http://www.iprbookshop.ru/16895.html доступ из любой точки интернет после регистрации с IP адресов КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации, рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Жуков, Н.П. Гидрогазодинамика: учебное пособие: в 2 ч. / Н.П. Жуков, Н.Ф. Майникова; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2015. – Ч. 1. Гидравлика. – 141 с. ISBN 978-5-8265-1434-4 (ч. 1).	ЭБС «Университетская библиотека ONLINE» http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444914 доступ из любой точки интернет после регистрации с IP адресов КНИТУ
2. Гидрогазодинамика (с элементами процессов и аппаратов): учебное пособие / А.Л. Лукс,	ЭБС «Университетская библиотека ONLINE»

Е.А. Крестин, А.Г. Матвеев, А.В. Шабанова; Министерство образования и науки РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный архитектурно-строительный университет». – Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2015. – 366 с. – ISBN 978-5-9585-0625-5.	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438366 доступ из любой точки интернет после регистрации с IP адресов КНИТУ
3.Гусев, А. А. Механика жидкости и газа: учебник для академического бакалавриата / А. А. Гусев. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2019. — 232 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-05485-9.	ЭБС «Юрайт» http://www.biblio-online.ru/bcode/431811 доступ из любой точки интернет после регистрации с IP адресов КНИТУ

10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Гидрогазодинамика» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: https://ruslan.kstu.ru/
2. ЭБС «Лань» – Режим доступа: https://e.lanbook.com
3. ЭБС «ЮРАЙТ» – Режим доступа: https://www.biblio-online.ru/

10.4 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название	*Краткое описание*	*Режим доступа*
Knovel (Elsevier)	Электронная база данных для поиска инженерной информации и поддержки принятия инженерных решений	https://app.knovel.com

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» Учебно-научный информационный центр

Усольцева И.И.

11. 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.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются:

- учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (оснащение: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска, ноутбук, проектор);
- учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа;
- учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (оснащение: парты, стулья, доска настенная учебная);
- помещение для самостоятельной работы: г. Казань, ул. Сибирский тракт, д. 12, этаж 1, Д-120 (отдел электронных и периодических информационных ресурсов УНИЦ КНИТУ) (оснащение: комплект учебной мебели);
- учебная аудитория для проведения экзамена (парты, стулья, доска настенная учебная).

Лицензированное, свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Гидрогазодинамика»:

-MS Office 2010-2016 Standard от 08.11.2016 No 16/2189/Б

- Linux GNU General Public License.

13. Образовательные технологии

Удельный вес занятий по дисциплине «Гидрогазодинамика», проводимых в интерактивных формах, составляет 2 академических часа, из них: 2 часа – лабораторные занятия.

Интерактивные формы проведения учебных занятий:

- творческие задания (решение задач группами студентов).

В случае возникновения вопросов при подготовке к выполнению лабораторных работ, подготовке к контрольной работе, вне аудиторных часов, студент может обратиться к преподавателю удаленно по электронной почте.