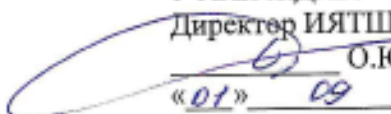


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

 О.Ю. Долматов

«01» 09 2020г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ГИДРОГАЗОДИНАМИКА

Направление подготовки/ специальность	14.03.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Ядерная физика и технологии		
Специализация	Физика кинетических явлений		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		24
	Практические занятия		16
	Лабораторные занятия		24
	ВСЕГО		64
Самостоятельная работа, ч		80	
ИТОГО, ч		144	

Вид промежуточной
аттестации

Зачёт

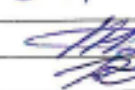
Обеспечивающее
подразделение

ОЯТЦ

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения на
правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель



А.Г. Горюнов



П.Н. Бычков



Д.Г. Видяев

2020г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	И.ОПК(У)-1.7	Демонстрирует понимание и владение основными законами гидродинамики, переноса теплоты и массы, диффузионных процессов, способность осуществлять компьютерное моделирование гидродинамических и теплофизических процессов	ОПК(У)-1.7В1	Владеет навыками работы с измерительными приборами, лабораторным исследовательским оборудованием
				ОПК(У)-1.7В2	Владеет навыками моделирования гидродинамических и теплофизических процессов
				ОПК(У)-1.7З1	Знает основные законы гидродинамики, переноса теплоты и вещества
				ОПК(У)-1.7У1	Умеет использовать аппарат математического анализа и основные законы гидродинамики и теплообмена для расчета теплофизических процессов
				ОПК(У)-1.7У2	Умеет применять расчётные методы для моделирования гидродинамических и теплофизических процессов
				ОПК(У)-1.7З1	Знает основные законы гидродинамики, переноса теплоты и вещества
				ОПК(У)-1.7З2	Знает основные теоретические и расчётные методы исследования гидродинамических и теплофизических процессов
		И.ОПК(У)-1.9	Демонстрирует понимание и анализ явлений, вызванных взаимодействием жидкости и газа с инженерными конструкциями, знание теоретических основ механики жидкости и газа и применяет их при решении практических задач	ОПК(У)-1.9В1	Владеет опытом решения практических задач гидрогазодинамики, планирования и проведения исследований параметров течения жидкости и газа, оценки точности и погрешности измерений, анализа полученных результатов
				ОПК(У)-1.9У1	Умеет выбирать закономерность для решения задач гидрогазодинамики, исходя из анализа условия, объяснять на уровне гипотез отклонения полученных экспериментальных данных от известных теоретических и экспериментальных зависимостей
				ОПК(У)-1.9З1	Знает основные понятия и законы механики жидкости и газа, основные типы потерь напора, виды трубопроводов и методику их расчета.
ПК(У)-2	Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов атомной отрасли с использованием стандартных методов проектирования и анализа	И.ПК(У)-2.1	Анализирует процессы динамики жидкости и газа, протекающие в установках различного назначения с помощью методов компьютерной модели	ПК(У)-2.1В1	Владеет опытом использования современных информационных технологий и прикладных программ для сбора и анализа информационных данных при решении задач по динамике жидкости и газа
				ПК(У)-2.1У1	Умеет применять информационно-коммуникационные технологии и программное обеспечение для комплексного сбора и обработки информации при разработке и исследовании гидрогазодинамических конструкций
				ПК(У)-2.1З1	Знает основные способы хранения, получения информации и стандартные программные продукты, применяемые при исследовании гидрогазодинамических процессов

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Способность применять знание теоретических основ динамики жидкости и газа в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов атомной отрасли	И.ОПК(У)-1.9 И.ОПК(У)-1.7
РД 2	Способность использовать методы экспериментального определения, обработки и анализа данных при теоретических и экспериментальных исследованиях гидродинамических конструкциями	И.ОПК(У)-1.9 И.ПК(У)-2.1
РД 3	Способность проводить моделирование гидродинамических процессов и объектов атомной отрасли с использованием стандартных методов и компьютерных продуктов	И.ПК(У)-2.1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Теоретические основы динамики жидкости и газа	РД1, РД2	Лекции	10
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	12
		Самостоятельная работа	32
Раздел (модуль) 2. Расчет гидравлических потерь напора	РД1, РД2	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 3. Организация потоков жидкости и газа в гидравлических системах	РД1, РД2, РД3	Лекции	8
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	28

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Теоретические основы динамики жидкости и газа

Предмет гидрогазодинамики. Содержание и структура курса. Основные физические свойства жидкостей. Ламинарное и турбулентное течение жидкости. Число Рейнольдса. Методы изучения движения жидкости. Вихревое и потенциальное движение жидкой частицы. Дифференциальные уравнения движения идеальной и вязкой жидкости (уравнения Эйлера и Навье–Стокса). Уравнение неразрывности трехмерного потока. Элементарная

струйка потока. Уравнение неразрывности для элементарной струйки при установившемся движении. Неустановившееся движение идеальной жидкости под действием сил тяжести вдоль линии тока. Установившееся движение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Основные соотношения термодинамики. Скорость звука. Число Маха. Уравнение Бернулли для газа. Связь скорости газа с сечением потока. Сопло Лаваля.

Темы лекций:

1. Основные понятия, определения и методы описания в гидрогазодинамике.
2. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости и гидростатический закон.
3. Дифференциальные уравнения неразрывности и движения идеальной и вязкой жидкости.
4. Применение уравнений расхода и Бернулли для описания потока идеальной и реальной жидкости.
5. Уравнение энергии и его виды.

Темы практических занятий:

1. Свойства и виды движения жидкости и газа.
2. Определение параметров потоков жидкости и газа.
3. Применение уравнения Бернулли.

Названия лабораторных работ:

1. Определение коэффициента вязкости жидкости методом Пуазейля.
2. Экспериментальное определение режимов течения жидкости.

Раздел 2. Расчет гидравлических потерь напора
--

Классификация видов гидравлических сопротивлений. Метод анализа размерностей, Пи-теорема. Определение коэффициента гидравлического трения при ламинарном и турбулентном течении жидкости. Потери напора, связанные с изменением сечения и направления потока. Потери напора в арматуре трубопроводов, в тройниках и крестовинах.

Темы лекций:

1. Виды гидравлических сопротивлений и метод анализа размерностей.
2. Коэффициент гидравлического трения при ламинарном и турбулентном течении жидкости.
3. Местные гидравлические сопротивления.

Темы практических занятий:

1. Метод анализа размерностей.
2. Влияние режима движения жидкости на величину потерь напора.
3. Расчет потерь напора на местных сопротивлениях.

Названия лабораторных работ:

1. Изучение влияния местных гидравлических сопротивлений на потери напора.

Раздел 3. Организация потоков жидкости и газа в гидравлических системах
--

Расчет простого и сложного трубопроводов для несжимаемой жидкости. Гидравлический удар в трубах. Расчет трубопроводов для газов. Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки. Работа нагнетателей в трубопроводе. Общие принципы моделирования. Критерии динамического подобия.

Темы лекций:

1. Методика расчета простого трубопровода для несжимаемой жидкости.
2. Особенности расчета сложного трубопровода для несжимаемой жидкости.
3. Гидравлический удар в трубах. Расчет трубопроводов для газов.
4. Общие принципы моделирования в гидрогазодинамике.

Темы практических занятий:

1. Расчет гидравлических характеристик трубопроводов.
2. Применение критериев подобия для решения задач гидравлики.

Названия лабораторных работ:

1. Определение параметров напорных трубопроводов.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Дейч М. Е. Гидрогазодинамика: учебное пособие / М. Е. Дейч, А. Е. Зарянкин. – Екатеринбург: АТП, 2015. – 384 с.: ил. – Текст: непосредственный.
2. Гидрогазодинамика разделительных процессов: учебное пособие / Д.Г. Видяев; Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m151.pdf>.
3. Кудинов А. А. Гидрогазодинамика: учеб. пособие / А.А. Кудинов. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 336 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-102248-1. – Текст: электронный. – URL: <https://ezproxy.ha.tpu.ru:2483/catalog/product/>.

Дополнительная литература

1. Карпов, К. А. Прикладная гидрогазодинамика: учебное пособие / К. А. Карпов, Р. О. Олехнович. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 100 с. – Текст: электронный // Лань: ЭБС. – URL: <https://e.lanbook.com/book/107938>.
2. Обвинцева, Н. Ю. Гидрогазодинамика: учебное пособие / Н. Ю. Обвинцева, О. В. Рычкова. – М.: МИСИС, 2015. – 109 с. – Текст: электронный // Лань: ЭБС. – URL: <https://e.lanbook.com/book/>.
3. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс: учебник: в 2 книгах / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.]; под ред. В. Г. Айнштейна. – 8-е изд. – Санкт-Петербург: Лань. – Книга 1 – 2019. – 916 с. – Текст: электронный // Лань: ЭБС. – URL: <https://e.lanbook.com/book/>.
1. Видяев Д. Г. Гидрогазодинамика разделительных процессов / Д. Г. Видяев, А. Д. Побережников; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Физико-технический институт (ФТИ), Кафедра технической физики (№ 23) (ТФ). – Электрон. дан. – Томск: TPU Moodle, 2014. – URL: <http://design.lms.tpu.ru/course/info.php?id=25>.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Гидрогазодинамика разделительных процессов: электронный курс / Д. Г. Видяев, А. Д. Побережников; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Физико-технический институт (ФТИ), Кафедра технической физики (№ 23) (ТФ). – Электрон. дан. – Томск: TPU Moodle, 2014. – URL: <http://design.lms.tpu.ru/course/info.php?id=25> – Режим доступа: доступ по логину и паролю.
2. Электронная библиотека ТПУ - <http://www.lib.tpu.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com - <https://new.znanium.com/>.
5. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» - <http://www.rosatom.ru/>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Cisco Webex Meetings; Far Manager; Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic; Notepad++; ownCloud Desktop Client; XnView Classic; Zoom Zoom; Ascon KOMPAS-3D 18 Education Concurrent MCAD ECAD; Autodesk AutoCAD Mechanical 2020 Education; Autodesk AutoCAD 2020 Education; Autodesk Inventor Professional 2020 Education; Document Foundation LibreOffice; MathWorks MATLAB Full Suite R2017b.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, ауд. 235 (Учебный корпус №10)	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, ауд. 239 (Учебный корпус №10)	Комплект газоаналитического оборудования (масс-спектрометр "Техмас", персональный компьютер INTEL ATOM D 410) - 1 шт.; Программно-аппаратный масс-спектрометрический комплекс - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 13 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Шкаф для документов - 2 шт.; Тумба подкатная - 2 шт.; Принтер - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск,	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Компьютер - 13 шт.; Принтер - 1 шт.

	Ленина проспект, д. 2, ауд. 242 (Учебный корпус №10)	
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2, ауд. 432А (Учебный корпус №10)	Доска аудиторная настенная - 3 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.04.02 – Ядерные физика и технологии, специализация – Физика кинетических явлений (приема 2019г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	ФИО
профессор	Видяев Д.Г.

Программа одобрена на заседании ОЯТЦ (протокол от «28» июня 2019 г. № 16).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения
на правах кафедры, д.т.н.

подпись

Горюнов А.Г.

[illegible][illegible]