

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова
« _____ » _____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины обязательной части
Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Гидрогазодинамика»

Направление подготовки бакалавров – 13.03.01 Теплотехника и теплоэнергетика

Направленность (профиль) – Автономные энергетические системы

Типы задач профессиональной деятельности: проектно-конструкторский

Форма обучения – очная и заочная

Факультет природопользования и инженерной экологии
Кафедра «Гидравлика, теплотехника и гидропривод»

Тверь 2019

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: ассистент каф. ГТиГП

Д.М. Щербакова

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ГТиГП

« » _____ 2019 г., протокол №

Заведующий кафедрой ГТиГП

А.Л. Яблонев

Согласовано:

Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Гидрогазодинамика» является: изучение законов движения и уравнений статики, кинематики и динамики жидкостей и их применение к решению инженерных задач. Изучение течений несжимаемых и сжимаемых потоков идеальной и реальной жидкостей (газов).

Задачами дисциплины являются:

- участие в сборе и анализе исходных данных для расчета и проектирования объектов профессиональной деятельности;
- участие в разработке проектной и рабочей технической документации объектов профессиональной деятельности;
- оформление законченных проектно-конструкторских работ;
- проверка соответствия разрабатываемых проектов и технической документации объектов профессиональной деятельности нормативным документам;
- проведение предварительного технико-экономического обоснования проектных решений;

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Гидрогазодинамика» относится к дисциплинам обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)». Для изучения курса требуются знания, умения и навыки по высшей математике, физики, прикладной (технической) механики, технической термодинамики.

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины могут быть использованы в проектно-конструкторской работе, при написании раздела выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-3. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

Индикаторы компетенции, закрепленные за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-3.1. Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа.

ИОПК-3.2. Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем.

Показатели оценивания индикатора достижения компетенции:

Знать:

31. Основные положения статики и динамики жидкости и газа, составляющие основу расчета энергетических систем в соответствии с содержанием рабочей программы курса.

32. методы расчета гидравлических систем с использованием современных методик и средств вычислительной техники.

Уметь:

У1. Решать типовые задачи гидрогазодинамики с применением физико-математического аппарата.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных и практических занятий, выполнение курсовой работы.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1а. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	5	180
1 семестр		
Трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		45
В том числе:		
Лекции		15
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		15
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		45+18(зач)
В том числе:		
Курсовая работа		45
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: (подготовка к практическим занятиям)		8
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)	1	10
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		55
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Курсовая работа		45
Курсовой проект		не предусмотрен
2 семестр		
Трудоемкость дисциплины	2	72
Аудиторные занятия (всего)		45
В том числе:		
Лекции		15
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		15
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		15+12 (зач)

В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: (подготовка к практическим занятиям)		15
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)	1	12
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		30
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		15
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	5	180
1 семестр		
Трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		8
В том числе:		
Лекции		2
Практические занятия (ПЗ)		2
Лабораторные работы (ЛР)		4
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		96+4 (экз)
В том числе:		
Курсовая работа		96
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: (подготовка к практическим занятиям)		не предусмотрены
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		4
2 семестр		
Трудоемкость дисциплины	3	72
Аудиторные занятия (всего)		4
В том числе:		
Лекции		
Практические занятия (ПЗ)		4
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		58+10 (зач)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Контрольная работа		30

Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: (подготовка к практическим занятиям)		24
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		10
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		34
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		4
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Контрольная работа		30

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Трудо-емк. часы	Лек-ции	Прак-тич. занятия	Лаб. прак-тикум	Сам. работа
1 семестр						
1	Предмет гидрогазодинамика. Основные физические свойства жидкости. Силы, действующие на жидкости	14	2	2	-	9+2 (зач)
2	Гидростатика	26	4	4	6	9+4(зач)
3	Гидродинамика. Уравнение Бернулли	30	4	4	4	9+4 (зач)
4	Гидравлические сопротивления	38	5	5	4	18+8 (зач)
	Итого 1 семестр:	108	15	15	15	45+18 (зач)
2 семестр						
5	Гидравлический расчет длинных трубопроводов.	18	4	3	-	3+3 (зач)
6	Гидравлический удар.	18	2	4	8	4+3 (зач)
7	Истечение жидкости через отверстия и насадки.	18	3	4	7	4+3 (зач)
8	Газодинамика.	18	6	4		4+3 (зач)
	Итого 2 семестр:	72	15	15	15	15+12 (зач)
	Всего на дисциплину:	180	30	30	30	60+30 (зач)

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Трудо-емк. часы	Лек-ции	Прак-тич. занятия	Лаб. прак-тикум	Сам. работа
1 семестр						
1	Предмет гидрогазодинамика. Основные физические свойства жидкости. Силы, действующие	14	2	-	-	24+1 (зач)

	на жидкости					
2	Гидростатика	26	-	2	2	24+1 (экз)
3	Гидродинамика. Уравнение Бернулли	30	-	-	2	24+1 (экз)
4	Гидравлические сопротивления	38	-	-	-	24+1 (зач)
	Итого 1 семестр:	108	2	2	4	96+4 (зач)
2 семестр						
5	Гидравлический расчет длинных трубопроводов.	18	-	2	-	16+2 (зач)
6	Гидравлический удар.	18	-	-	-	14+2 (зач)
7	Истечение жидкости через отверстия и насадки.	18	-	-	-	14+5 (зач)
8	Газодинамика. Основные положения и определения. Скорость звука. Взрывная волна.	18	2	-	-	14+5 (зач)
	Итого 2 семестр:	72	2	2	-	58+10 (зач)
	Всего на дисциплину:	180	4	4	4	150+14 (зач)

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «Предмет гидрогазодинамика. Основные физические свойства жидкости. Силы, действующие на жидкости»

Предмет гидравлики. Значение гидравлики в строительстве Краткая история развития гидравлики. Основные физические свойства жидкостей. Понятие о вязкой и невязкой жидкостях. Внутреннее трение в жидкости. Единицы измерения вязкости жидкости. Понятие о ньютоновской и аномальной жидкостях.

МОДУЛЬ 2 «Гидростатика»

Силы, действующие в жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. Виды гидростатического давления Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Основное уравнение гидростатики и его геометрический, механический и энергетический смысл. Закон паскаля. Силы давления жидкости на плоскую поверхность. Центр давления. Эпюры давления и их применения для определения силы и центра давления на плоскую прямоугольную поверхность. Сила давления жидкости на криволинейную поверхность. Закон Архимеда.

МОДУЛЬ 3 «Гидродинамика»

Кинематика жидкости. Понятие об установившемся и неустановившемся движениях жидкости. Элементарная струйка. Поток жидкости. Живое сечение и расход жидкости. Расход и средняя скорость потока. Понятие о равномерности и неравномерности, напорном и безнапорном движениях. Дифференциальные уравнения движения невязкой жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки невязкой жидкости, вязкой жидкости, для потока вязкой жидкости. Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли Пьезометрическая и напорная линии. Принцип действия гидрометрической трубки. Совместное использование уравнения Бернулли и гидравлического уравнения неразрывности.

МОДУЛЬ 4 «Гидравлические сопротивления»

Природа и классификация гидравлических сопротивлений. Режимы движения жидкостей: ламинарный и турбулентный. Пульсация скоростей. Основное уравнение равномерного движения жидкости. Динамическая скорость. Осредненные уравнения турбулентного движения жидкости. Распределение скоростей в живом сечении и потери напора по длине потока при ламинарном режиме. Распределение скоростей в живом сечении и потери напора по длине потока при турбулентном режиме. Пограничный слой. Относительная шероховатость стенок русла. Местные гидравлические сопротивления. Потери напора и местные гидравлические сопротивления в различных случаях.

МОДУЛЬ 5 «Гидравлический расчет длинных трубопроводов»

Виды гидравлических задач расчета длинных трубопроводов. Расчет системы водоснабжения и водоотведения для нескольких потребителей ГВС.

МОДУЛЬ 6 «Гидравлический удар»

Резкое повышение давления в трубопроводах и каналах с движущейся жидкостью при внезапном изменении скорости потока.

МОДУЛЬ 7 «Истечение жидкости через отверстия и насадки»

Истечение жидкости при постоянном напоре. Истечение из малого отверстия в тонкой стенке в атмосфере и под уровень жидкости. Истечение жидкости через насадки. Истечение жидкости при переменном напоре. Расчет времени наполнения и опорожнения резервуаров и водохранилищ.

МОДУЛЬ 8 «Газодинамика»

Определение газодинамики. Воздух и его свойства. Взрывы и хлопки. Взрывная и ударная волны. Скорость звука.

5.3. Лабораторные работы

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
1 семестр		
Модуль 2 Цель: знакомство со способами измерения гидростатического давления	Измерение гидростатического давления, экспериментальное подтверждение основного уравнения гидростатики и закона Паскаля.	6

<p>Модуль 3 Цель: знакомство с методикой определения опытным путем слагаемых уравнения Д. Бернулли при движении жидкости в напорном трубопроводе. Знакомство с условиями экспериментального подтверждения ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости..</p>	<p>Определение опытным путем слагаемых уравнения Д. Бернулли при установившемся неравномерном движении жидкости в напорном трубопроводе. Экспериментальная иллюстрация ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости. Установление законов гидравлического сопротивления и определение критического числа Рейнольдса.</p>	<p>4</p>
<p>Модуль 4 Цель: знакомство с методикой экспериментального определения коэффициентов гидравлического трения и местных сопротивлений</p>	<p>Изучение гидравлических сопротивлений напорного трубопровода с определением коэффициентов гидравлического трения и местных сопротивлений</p>	<p>4</p>
2 семестр		
<p>Модуль 6 Цель: Изучение гидравлического удара в напорных трубопроводах</p>	<p>Изучение гидравлического удара в напорном трубопроводе</p>	<p>8</p>
<p>Модуль 7 Цель: Изучение истечения жидкости через малые отверстия и насадки</p>	<p>Изучение истечения жидкости через малые отверстия в тонкой стенке и насадки при постоянном напоре в атмосферу.</p>	<p>7</p>

5.4. Практические занятия

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а. Тематика практических занятий и их трудоёмкость

№ п/п	Модули. Цели ПЗ	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоёмкость в часах
1 семестр			
1	<p>Модуль 1 Цель: знакомство с видами жидкости и ее физическими свойствами</p>	<p>Практическое занятия: Методика определения физических свойств жидкости</p>	<p>2</p>
2	<p>Модуль 2 Цель: знакомство со способами измерения гидростатического давления</p>	<p>Практическое занятие. Методика определения гидростатического давления. Определение силы гидростатического давления на плоские и криволиней-</p>	<p>4</p>

		ные поверхности	
3	Модуль 3 Цель: знакомство с методикой определения опытным путем слагаемых уравнения Д. Бернулли при движении жидкости в напорном трубопроводе. Знакомство с условиями экспериментального подтверждения ламинарного и турбулентного режимов движения жидкости.	Практическое занятие. Знакомство с уравнением неразрывности потока и уравнением Бернулли для идеальной и реальной жидкости	4
4	Модуль 4 Цель: знакомство с методикой экспериментального определения коэффициентов гидравлического трения и местных сопротивлений	Практическое занятие. Методика определения гидравлических сопротивлений. Расчет задач короткого трубопровода для реальной жидкости	5
2 семестр			
5	Модуль 5 Цель: изучение расчета длинных трубопроводов	Практическое занятие. Виды гидравлических расчетов длинных трубопроводов. Задачи на определение диаметра магистрального трубопровода и его ответвлений	3
6	Модуль 6 Цель: Изучение гидравлического удара в напорных трубопроводах	Практическое занятие. Решение задач на определение перепада давления, возникающего в следствии образования гидравлического удара.	4
7	Модуль 7 Цель: Изучение истечения жидкости через малые отверстия и насадки	Практическое занятие. Определение скоростного напора при использовании насадок и сечений различных сечений	4
	Модуль 8 Цель: Изучение образование звуковых и взрывных волн	Практическое занятие. Расчет перепада давления при образовании взрывной волны. Определение числа Маха.	4

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б. Тематика практических занятий и их трудоёмкость

№ п/п	Модули. Цели ПЗ	Примерная тематика занятий и форма их проведения	Трудоёмкость в часах
1 семестр			
2	Модуль 2 Цель: знакомство со способами измерения гидростатического давления	Практическое занятие. Методика определения гидростатического давления. Определение силы гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности	2
2 семестр			
5	Модуль 5 Цель: изучение расчета длинных трубопроводов	Практическое занятие. Виды гидравлических расчетов длинных трубопроводов. Задачи на определение диаметра маги-	2

		стрального трубопровода и его ответвлений	
--	--	---	--

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль их успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умению подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к практическим занятиям, к текущему контролю успеваемости, выполнении курсовой работы (1 семестр), расчетно-графической работы (2 семестр) и подготовке к зачетам (1 и 2 семестры). Качество выполнения самостоятельной работы оценивается при текущем контроле знаний путем устного опроса.

Посещение всех занятий обязательно. В случае неудовлетворительной оценки при контроле усвоения лекционного материала по какому-либо модулю, или пропуска практического занятия, на котором происходит контроль знаний, студент имеет право отработать тему по незачтенному модулю в последующем путем устных ответов на заданные преподавателем вопросы. Оценивание в этом случае проводится по содержанию, глубине и качеству ответов.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Кузнецов, В.А. Гидрогазодинамика : учебное пособие для вузов / В.А. Кузнецов. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-11813-1. - URL: <https://urait.ru/bcode/495898> . - (ID=135667-0)
2. Чугаев, Р.Р. Гидравлика : (техн. механика жидкости) : учебник для гидротехн. спец. вузов / Р.Р. Чугаев. - 5-е изд. ; репр. - М. : Бастет, 2008. - 672 с. : ил. - Текст : непосредственный. - ISBN 978 -5 - 903178 - 07 - 0 : 670 p. - (ID=73284-8)
3. Штеренлихт, Д.В. Гидравлика : учебник / Д.В. Штеренлихт. - 5-е изд. ; стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. -

Дата обращения: 08.08.2022. - ISBN 978-5-8114-1892-3. - URL:
<https://e.lanbook.com/book/212051> . - (ID=110093-0)

4. Теплотехника : учебник для техн. спец. вузов / В.Н. Луканин [и др.]; под ред. В.Н. Луканина. - 6-е изд. ; стер. - Москва : Высшая школа, 2008. - 671 с. - Библиогр. : с. 670 - 671. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-06-003958-0 : 534 р. 60 к. - (ID=64402-16)

7.2.Дополнительная литература

1. Теплотехника : учебник для вузов по напр. "Электромашиностроение" / А.М. Архаров [и др.]; под общей редакцией А.М. Архарова, В.Н. Афанасьева. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Московский гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана, 2004. - 711 с. - Библиогр. : с. 706. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7038-2439-7 : 332 р. 50 к. - (ID=22394-197)
2. Барекян, А.Ш. Лабораторный курс гидравлики : учеб. пособие для студентов вузов по напр. подготовки (спец.) 280300, 280400 / А.Ш. Барекян, Е.Н. Коноплев; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ГТиГ. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2008. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0430-4 : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/73333> . - (ID=73333-1)
3. Барекян, А.Ш. Лабораторный курс гидравлики : учеб. пособие для студентов вузов по напр. подготовки (спец.) 280300, 280400 / А.Ш. Барекян, Е.Н. Коноплев, М.А. Скоробогатов; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ГТиГ. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2008. - 151 с. : ил. - Библиогр. : с. 149. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0430-4 : 148 р. 50 к. - (ID=73314-119)
4. Быстрицкий, Г.Ф. Общая энергетика. Основное оборудование : учебник для вузов / Г.Ф. Быстрицкий, Г.Г. Гасангаджиев, В.С. Кожиченков. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2022. - 416 с. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-08545-7. - URL: <https://urait.ru/bcode/490895>. - (ID=145031-0)
5. Строительное производство : в 3 т. Т. 1 : Общая часть, ч. 1 / Ю.Б. Александрович [и др.]; под ред. И.А. Онуфриева. - М. : Стройиздат, 1988. - 463 с. - (Справочник строителя). - Текст : непосредственный. - ISBN 5-274-00775-9 (Т. 1, Ч. 1) : 1 р. 90 к. - (ID=63202-12)
6. Лариков, Н.Н. - 2-е изд. ; доп. и перераб. - Москва, 1975. - 500 с. - Текст : непосредственный. - 1 р. 23 к. - (ID=115245-9)
7. Куликов, А. А. Гидрогазодинамика : учебное пособие / А. А. Куликов, И. В. Иванова, И. Н. Дюкова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2015. — 64 с. — ISBN 978-5-9239-0760-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/68444> (дата обращения: 27.11.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=152083-0)
8. Штыков, В. И. Гидрогазодинамика : учебное пособие / В. И. Штыков. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2013. — 38 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/41122> (дата обращения: 27.11.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=152084-0)

9. Купреенко, А. И. Газодинамика. Примеры решения задач : методические указания / А. И. Купреенко, Х. М. Исаев, С. М. Михайличенко. — Брянск : Брянский ГАУ, 2020. — 48 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172073> (дата обращения: 27.11.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=152085-0)

10. Газодинамика : учебно-методическое пособие / составители И. В. Верхогурова, О. А. Агапьятова. — Благовещенск : АмГУ, 2017 — Часть 1 : Гидромеханика — 2017. — 82 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156559> (дата обращения: 27.11.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=152086-0)

11. Газодинамика : учебно-методическое пособие / составители И. В. Верхогурова. — Благовещенск : АмГУ, 2017 — Часть 2 : Газовая динамика — 2019. — 73 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156560> (дата обращения: 27.11.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. - (ID=152087-0)

7.3. Методические материалы

1. Приложение к рабочей программе дисциплины базовой части Блока 1 "Газодинамика". Направление подготовки бакалавров 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Профиль - Автономные энергетические системы. Заочная форма обучения, курс 2 : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Гидравлика, теплотехника и гидропривод. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-РП). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://elibr.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/126508> . - (ID=126508-0)
2. Оценочные средства промежуточной аттестации: экзамен по дисциплине "Газодинамика" направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Профиль: Автономные энергетические системы : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Гидравлика, теплотехника и гидропривод ; разработ.: С.С. Посадкова, А.А. Фомина. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://elibr.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/131833> . - (ID=131833-0)
3. Оценочные средства промежуточной аттестации: зачет по дисциплине "Газодинамика" направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Профиль: Автономные энергетические системы : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Гидравлика, теплотехника и гидропривод ; разработ.: С.С. Посадкова, А.А. Фомина. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://elibr.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/131828> . - (ID=131828-0)
4. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Газодинамика" направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Профиль: Автономные энергетические системы : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Гидравлика, теплотехника и гидропривод. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-М). - Сервер. - Текст : электронный. - (ID=132032-0)

5. Конспект лекций по дисциплине "Гидрогазодинамика" направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Профиль: Автономные энергетические системы : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Гидравлика, теплотехника и гидропривод. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-Л). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - (ID=132031-0)
6. Задание для курсовой работы для студентов заочной формы обучения по дисциплине "Гидрогазодинамика" направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Профиль: Автономные энергетические системы : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Гидравлика, теплотехника и гидропривод. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-КП). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - (ID=132034-0)
7. Задание для контрольной работы для студентов заочной формы обучения по дисциплине "Гидрогазодинамика" направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Профиль: Автономные энергетические системы : в составе учебно-методического комплекса / Каф. Гидравлика, теплотехника и гидропривод. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - (УМК-КР). - [Сервер](#). - Текст : электронный. - (ID=132033-0)
8. Учебно-методический комплекс дисциплины "Гидрогазодинамика" направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Профиль: Автономные энергетические системы : ФГОС 3++ / Каф. Гидравлика, теплотехника и гидропривод ; сост. Д.М. Щербакова. - 2022. - (УМК). - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/117761> . - (ID=117761-1)

7.4. Программное и коммуникационное обеспечение

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭКТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.). Диск 1,2,3,4. - М.

:Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)

9. База данных учебно-методических комплексов:
<https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/117761>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Гидрогазодинамика» используются современные средства обучения: наглядные пособия, диаграммы, схемы.

Возможна демонстрация лекционного материала с помощью оверхед-проектора (кодоскопа) и мультипроектора.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

Учебным планом экзамен по дисциплине не предусмотрен.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме зачета – «зачтено», «не зачтено».

2. Критерии оценки за зачет:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 баллов;

наличие умения – 2 балла.

«зачтено» - при сумме баллов 3 или 4;

«не зачтено» - при сумме баллов 0-2;

3. Вид экзамена – комбинированный (письменно-устный) зачет.

4. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 15. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3.

Продолжительность экзамена – 60 минут.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене.

1 семестр

1. Физические свойства жидкостей на примере плотности, удельного объема, вязкости, поверхностного натяжения.
2. Приборы для измерения давления.
3. Гидростатическое давление и его свойства. Физический смысл. Размерность в системных и внесистемных единицах.
4. Основное уравнение гидростатики.
5. Пьезометрическая и приведенная высоты, вакуум, напор и удельная потенциальная энергия.
6. Относительный и абсолютный покой жидкости.
7. Плавание тел. Плавуемость. Три центра. Закон Архимеда. Остойчивость плавающего тела.
8. Закон Паскаля и его практическое применение.
9. Сила давления жидкости на плоскую стенку. Центр давления.
10. Сила давления жидкости на криволинейную стенку. Центр давления.
11. Эпюры гидростатического давления на плоские и криволинейные стенки (определение центра давления).
12. Уравнение постоянства расхода для установившегося движения жидкости
13. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
14. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.
15. Практические приложения уравнения Бернулли для определения скорости и расхода жидкости.
16. Режимы движения вязкой жидкости. Число Рейнольдса и его критические значения. Эпюры скоростей.
17. Ламинарный режим движения. Формула Дарси.
18. Турбулентный режим движения жидкости.
19. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Пульсация скоростей и осредненная скорость.
20. Классификация потерь напора.
21. Потери напора на местные сопротивления (внезапное расширение).
22. Потери напора на преодоление сил трения, определение коэффициента гидравлического трения расчетным путем.
23. Основы расчета трубопроводов.
24. Расчет гидравлически коротких трубопроводов.

2 семестр

1. Что является теоретической основой газодинамики?
2. Какие параметры движущегося газа рассматриваются в газодинамике?
3. По какому закону происходит изменение параметров в газодинамике?
4. Какая скорость звука подразумевается в газодинамике?
5. В чем отличие уравнений Эйлера и Бернулли?
6. Когда можно исключить температуру жидкости из рассмотрения в газодинамике?
7. В чем отличие начальных условий от граничных?
8. Как изменяется энтропия при течении невязкого сжимаемого газа?
9. Как оценивается сила тяжести в газодинамике?

10. По каким параметрам можно определить какой газ?
11. Какой газ можно назвать заторможенным?
12. Связана ли скорость звука в газе со скоростью его движения?
13. Как изменяется температура газа при его торможении?
14. Как изменяется статическое давление при торможении газа?
15. Как изменяется плотность газа при его торможении?
16. Как изменяется скорость звука в газе при его торможении?
17. Связаны ли параметры торможения с критическими параметрами?
18. Какие параметры газа выше – критические или торможения?
19. В каких пределах изменяется коэффициент сохранения полного давления?
20. В каких пределах изменяется критерий Маха M и скоростной коэффициент λ ?
21. Чему равен критерий M и λ при запирации сопла?
22. Чем объясняется явление запирации сопла?
23. Как связаны максимальная и критическая скорости истечения газа?
24. Увеличивается ли расход газа через сопло при добавлении расширяющейся части?
25. Вид уравнения состояния?
26. Вид уравнения неразрывности?
27. Какой параметр изменяется в большей степени при торможении газа?
28. С какой скоростью распространяются в газе малые упругие возмущения?
29. Как изменяется скорость газа с изменением площади сечения канала, если $M > 1$?
30. Как изменяется температура торможения в цилиндрической трубе при учете сил трения?
31. Как изменяется местная скорость звука с увеличением скорости движения газа?
32. Как связаны между собой газодинамические функции $\tau(\lambda)$, $\pi(\lambda)$, $E(\lambda)$?
33. Как изменяются параметры газа при прямом скачке?
34. Для определения какого параметра газа применяется формула Прантля?
35. Какие параметры торможения не претерпевают разрывы на скачке уплотнения?
36. Как изменяется энтропия при переходе через скачок уплотнения?
37. Какова величина относительного изменения плотности газа в скачке?
38. Какова скорость ударной волны?
39. Какова скорость спутного потока за ударной волной?
40. При каком сжатии ударном или адиабатическом плотность увеличивается в большей степени?
41. Каким способом можно получить сверхзвуковую скорость?
42. Какова величина скорости газа перед прямым скачком?
43. Как изменяется скорость газа в цилиндрической трубе при учете сил трения?
44. Как изменяется скорость газа в цилиндрической трубе при нагреве газа?
45. Как изменяется скорость газа при его сжатии в компрессоре?
46. Как изменяется скорость газа при расширении в турбине?
47. Возможен ли переход через скорость звука подогревом газа?

При ответе на вопросы экзамена допускается пользование справочными данными, ГОСТами, методическими указаниями по выполнению практических и лабораторных работ в рамках данной дисциплины.

Пользование различными техническими устройствами не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы

1. Шкала оценивания курсовой работы – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Примерная тематика курсовых работ: «Использование методов нулевых размерностей и оптимизации при проектировании технологических машин»; «Методы теории размерностей и оптимизации при проектировании технологических машин» и т. д.

Каждому обучающемуся выдается индивидуальное задание (по вариантам) и задание в соответствии с направленностью его темы магистерской диссертации. Студент по согласованию с преподавателем может самостоятельно выбрать объект и тему курсовой работы на базе организации или предприятия, на котором проводится практика или научно-исследовательская работа.

3. Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

Таблица 4. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
1	Определение силы гидростатического давления на плоские стенки	Выше базового – 4 Базовый – 3 Ниже базового – 0
2	Определение силы гидростатического давления на криволинейные поверхности	Выше базового – 5 Базовый – 3 Ниже базового – 0
3	Гидравлический расчет простого короткого трубопровода	Выше базового – 5 Базовый – 3 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

«отлично» – при сумме баллов от 12 до 14;

«хорошо» – при сумме баллов от 10 до 12;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 7 до 10;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 7, а также при любой другой сумме, если по разделам «1, 2, 3», работа имеет 0 баллов.

Требования и методические указания по структуре, содержанию и выполнению работы, а также критерии оценки, оформлены в качестве отдельно выпущенного документа на кафедре ГТиГП.

Курсовая работа состоит из титульного листа, содержания, введения, основной части (разделы 1-3 табл. 4), заключения, списка использованных источников. Текст должен быть структурирован, содержать рисунки и таблицы. Рисунки и таблицы должны располагаться сразу после ссылки на них в тексте таким образом, чтобы их можно было рассматривать без поворота курсовой работы. Если это сложно, то допускается поворот по часовой стрелке.

Если таблицу приходится переносить на следующую страницу, то помещают слова: «продолжение табл.» с указанием номера справа, графы таблицы пронумеровывают и повторяют их нумерацию на следующей странице. Заголовок таблицы не повторяют.

Во введении необходимо отразить актуальность темы, цель и задачи курсовой работы. Объем должен составлять 1...2 страницы.

В основной части необходимо отразить все пункты полученного задания (разделы 1–3).

В тексте должны быть ссылки на литературные и нормативные источники подтверждающие правильность выбора методики или результатов расчетов.

В заключении необходимо подтвердить полноту и правильность выполнения всех разделов курсовой работы со ссылками на нормативы и аналоги (из справочников и учебных пособий). Объем должен составлять 1...2 страницы.

Все чертежи выполняются на листах формата А4 и вставляются в пояснительную записку. Применение компьютерной графики разрешается и приветствуется. Применение ксерокопий и фотографий чертежей допускается только для оборудования, являющегося основой темы магистерской диссертации.

Оптимальный объем курсовой работы 10...15 страниц машинописного текста. Правила оформления: шрифт – TNR pt14; межстрочный интервал – 1,5; поля: левое – 30 мм; правое – 15 мм; верхнее и нижнее – 20 мм; номер страницы – арабским цифрами вверху по центру страницы. Нумерация страниц курсовой работы должна быть сквозной. Первой страницей является титульный лист, на нем номер страницы не ставится, второй – содержание и т.д. Приложения необходимо включать в сквозную нумерацию. Расстановка переносов – **нет**. Выравнивание – по ширине страницы. Формулы должны быть вписаны в редакторе формул по центру страницы и обозначены по правому краю; нумерация формул – в соответствии с разделами. Таблицы оформляются шрифтом №14 или №12 (все таблицы работы делаются одним шрифтом!). Перед таблицей следует надпись, например «Таблица 2.2», располагающаяся по правому краю, на следующей строке курсивом с большой буквы с выравниванием по центру страницы наименование таблицы, далее сама таблица. Нумерация таблиц – в соответствии с разделами. Рисунки должны быть обозначены буквами «Рис.» под рисунком по центру страницы и иметь номер в соответствии с разделом. Все рисунки и таблицы приводятся в тексте после первого упоминания о них.

Список использованных источников составляется в порядке их упоминания в тексте и оформляется по ГОСТ Р 7.05-2008. Ссылки на источники должны приводиться по тексту в квадратных скобках.

Защита курсовой работы проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы.

В процессе выполнения обучающимся курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

Курсовая работа не подлежат обязательному внешнему рецензированию. Рецензия руководителя обязательна и оформляется в виде отдельного документа.

Курсовые работы хранятся на кафедре в течение трех лет.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты очной формы обучения перед началом изучения дисциплины, а заочной формы – во время установочной сессии должны быть ознакомлены с возможностью получения экзаменационной оценки по результатам текущей успеваемости, а также планом выполнения курсовой работы.

Задание студентам очной формы обучения на курсовую работу выдается на 3...4 неделе семестра, а заочной формы обучения – на установочной сессии.

В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

Рекомендуется обеспечить студентов, изучающих дисциплину, электронными учебниками, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению курсовой работы, а также всех видов самостоятельной работы.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний кафедры, форма которых утверждена Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

Направление подготовки бакалавров – 13.03.01 Теплотехника и теплоэнергетика
Профиль – Автономные энергетические системы

Кафедра «Гидравлика, теплотехника и гидропривод»

Дисциплина «Гидрогазодинамика»

Семестр 1

**ЗАДАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО
ИСПЫТАНИЯ № 1**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

Цель и задачи гидравлического расчета усилия на плоскую стенку.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Построить эпюру гидростатического давления на плоскую стенку.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

По построенной эпюре определить параметры результирующей силы.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» – при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» – при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» – при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: асс. каф. ГТиГП _____ Д.М. Щербакова

Заведующий кафедрой ГТиГП _____ А.Л. Яблонев

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

Направление подготовки бакалавров – 13.03.01 Теплотехника и теплоэнергетика
Профиль – Автономные энергетические системы

Кафедра «Гидравлика, теплотехника и гидропривод»

Дисциплина «Гидрогазодинамика»

Семестр 2

**ЗАДАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО
ИСПЫТАНИЯ № 1**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

Цель и задачи истечения газов в трубопроводах.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Определить скорости и давления до и после отверстия.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

По полученным значениям определить перепад давления и область истечения.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» – при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» – при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» – при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: асс. каф. ГТиГП _____ Д.М. Щербакова

Заведующий кафедрой ГТиГП _____ А.Л. Яблонев