

Учреждение образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор ГГТУ им. П.О.Сухого

\_\_\_\_\_ О.Д. Асенчик

28.06.2019

Регистрационный № УД-52-39/уч.

## ГИДРОГАЗОДИНАМИКА

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальностей:

1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»;

1– 43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»

2019 г.

Учебная программа составлена на основе:  
образовательных стандартов ОСВО 1–43 01 05-2013 и ОСВО 1-43 01 07-2018;  
учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»:  
специальности 1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» специализации 1-43 01 05 02 «Теплоэнергетические установки и системы теплоснабжения» № I 43-1-12/уч. от 21.05.2018, № I 43-1-14/уч. от 21.05.2018;  
специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» № I 43-1-08/уч. от 06.02.2019, № I 43-1-27/уч. от 06.02.2019.

#### СОСТАВИТЕЛЬ:

Н.М. Кидун, старший преподаватель кафедры «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого».

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Т.В. Алферова, доцент кафедры «Электроснабжение» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», кандидат технических наук, доцент;  
А.В. Мацукевич, заместитель главного инженера по эксплуатации филиала «Гомельская ТЭЦ-2» РУП «Гомельэнерго»

#### РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Промышленная теплоэнергетика и экология» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»  
(протокол № 21 от 30.04.2019); УД-УП-2-0086  
Научно-методическим советом энергетического факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»  
(протокол № 10 от 25.06.2019);  
Научно-методическим советом заочного факультета учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»  
(протокол № 5 от 06.06.2019); УДз-109-20/у  
Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»  
(протокол № 6 от 26.06.2019).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Курс «Гидрогазодинамика» относится к общетехническим дисциплинам, закладывающим основы профессиональной подготовки специалистов, работающих в области теплоэнергетики. Полученные знания в области гидрогазодинамики в дальнейшем используются при изучении специальных дисциплин, связанных, главным образом, с производством, преобразованием, транспортом и потреблением тепловой энергии и позволяют подходить к решению этих проблем с точки зрения повышения их энергоэффективности. Необходимость изучения гидрогазодинамики студентами теплотехнических специальностей связана с тем, что жидкости и газы являются основными рабочими средами практически на всех этапах энергетических процессов.

Цели и задачи учебной дисциплины.

Целью изучения дисциплины «Гидрогазодинамика» является формирование у студентов навыков и знаний, необходимых для изучения специализированных теплотехнических дисциплин.

Задачами изучения дисциплины являются:

- освоение студентами основной терминологии специальности;
- изучение фундаментальных гидрогазодинамических законов и их приложений к практическим задачам;
- овладение методами расчетов трубопроводов, устройств для измерения расхода и скорости жидкости;
- научиться определять силовые взаимодействия потока с обтекаемым телом, лопаткой турбомшины, рассчитывать диффузоры, сопла и проточные части энергетических машин;
- привить умение использовать основные понятия, соотношения и уравнения гидростатики и гидродинамики для расчётов характеристик гидрогазодинамических потоков.

Связи с другими учебными дисциплинами.

«Гидрогазодинамика» является компонентом учреждения высшего образования в цикле общепрофессиональных дисциплин. Для изучения данной дисциплины необходимо знание таких предметов, как «Высшая математика», «Физика», «Техническая термодинамика». В свою очередь, знания, полученные при изучении гидрогазодинамики, применяются в процессе изучения всех прикладных теплотехнических дисциплин, при выполнении курсового и дипломного проектирования.

Требования к освоению учебной дисциплины (в соответствии с образовательными стандартами ОСВО 1-43 01 05-2013 и ОСВО 1-43 01 07-2018).

В результате освоения курса студент должен:

знать:

- основы механики жидкостей и газов;
- основные понятия, соотношения и уравнения гидростатики и

гидродинамики;

- методы расчёта, анализа и экспериментального исследования гидромеханических процессов в элементах теплоэнергетических систем;

уметь:

- использовать основные понятия, соотношения и уравнения гидростатики и гидродинамики;

- осуществлять расчёт гидромеханических процессов в элементах теплоэнергетических систем;

- проводить анализ и экспериментальное исследование гидромеханических процессов технических систем.

владеть:

- методами анализа и экспериментального исследования гидромеханических процессов в элементах теплоэнергетических и теплотехнологических систем;

- методиками расчетов аэродинамических и гидравлических сопротивлений в элементах теплоэнергетических и теплотехнологических систем;

- приемами регулирования гидромеханических процессов в элементах теплоэнергетических и теплотехнологических систем.

Освоение учебной программы учреждения высшего образования по дисциплине «Техническая термодинамика» должно обеспечить формирование академических, социально-личностных и профессиональных компетенций.

Требования к академическим компетенциям студента. По итогам освоения дисциплины студент должен:

– АК-1. Уметь применять базовые научно-технические знания для решения теоретических и практических задач.

– АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

– АК-4. Уметь работать самостоятельно.

– АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

– АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

– АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

– АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Требования к социально-личностным компетенциям. По итогам освоения дисциплины студент должен:

– СЛК-1. Обладать качествами гражданственности.

– СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

– СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

– СЛК-6. Уметь работать в команде.

Требования к профессиональным компетенциям. По итогам освоения дисциплины студент должен:

– ПК-1. Используя показания технологического процесса производства, передачи, распределения и потребления тепловой энергии, создавать условия для соответствия режимов действующим стандартам, правилам и нормам.

– ПК-2. На основе анализа показателей режимов, параметров схемы и технологического состояния оборудования выявлять причины неоптимальности технологического процесса производства, распределения и потребления тепловой энергии и разрабатывать пути их устранения.

– ПК-4. Составлять энергетические балансы энергетических и технологических объектов и систем, определять потери топливно-энергетических ресурсов, разрабатывать организационные и технические мероприятия по повышению энергетической эффективности теплотехнологий.

– ПК-11. Производить патентно-информационный поиск, оценивать патентоспособность и патентную чистоту технических решений.

– ПК-12. В составе коллектива специалистов или самостоятельно осуществлять рационализаторскую и изобретательскую деятельность.

– ПК-13. Вести поиск альтернативных методов решения профессиональных задач с учетом последних достижений науки и техники.

– ПК-23. Взаимодействовать со специалистами смежных профилей.

– ПК-25. Готовить доклады, материалы к презентациям и представлять их на них.

– ПК-30. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития промышленной теплоэнергетики, инновационным технологиям, проектам и решениям.

– ПК-31. Работать с научной, технической и патентной литературой.

Требования к базовым профессиональным компетенциям для студентов специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций». По итогам освоения дисциплины студент должен:

– БПК-5. Владеть методами определения абсолютных и относительных энергетических характеристик рабочих тел, методиками составления энергетических балансов и анализа термодинамических систем, знать основные механизмы передачи теплоты и массы, математическое описание процессов тепло- и массообмена, методы теплового и гидравлического расчетов тепло-массообменных аппаратов, интенсификации теплообмена в теплотехнологических установках.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста

Данная дисциплина формирует у студента необходимые при работе на должностях инженера-энергетика и главного энергетика знания фундаментальных законов тепловых процессов, протекающих при работе энергооборудования организаций.

Количество часов всего и аудиторных часов по формам получения образования:

– для специальности 1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»: всего часов по дисциплине – 120, аудиторных часов: по дневной форме – 68, по заочной форме – 10, по заочной форме на основе среднего специального образования – 10 часов; трудоемкость учебной дисциплины – 3 зачетные единицы.

– для специальности 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»: всего часов по дисциплине – 120, аудиторных часов: по дневной форме для набора 2018 - 51, для набора 2019 — 68, по заочной форме на основе среднего специального образования для набора 2018 — 10 часов, для набора 2019 — 14 часов; трудоемкость учебной дисциплины – 3 зачетные единицы.

#### Распределение аудиторного времени по видам занятий

Специальность	Форма получения образования	Курс	Се-местр	Количество аудиторного времени, часов					
				Ауд.	Лек-ции	Ла-бор.	Практ.	УСРС	Зач. ед.
1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»	Дневная форма	2	3	68	34	17	17	–	3
	Заочная форма	2	3, 4	10	6	–	4	–	3
	Заочная форма на основе среднего специального образования	1, 2	2, 3	10	4	4	2	–	3
1–43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»	Дневная форма для набора 2018 г.	2	3	51	34	17	–	–	3
	Дневная форма для набора 2019 г.	2	3	68	34	17	17	–	3
	Заочная форма на основе среднего специального образования для набора 2018 г.	2	3, 4	10	4	4	2	–	3
	Заочная форма на основе среднего специального образования для набора 2019 г.	1	1, 2	14	6	4	4	–	3

#### Форма текущей аттестации по учебной дисциплине

Специальность	Форма получения образования	Формы текущей аттестации, семестр			
		Экзамен	Зачет	Тест	Курсовая работа
1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»	Дневная форма	–	3	–	–
	Заочная форма	–	4	–	–
	Заочная форма на основе среднего специального образования	–	3	–	–
	Дневная форма для набора 2018 г.	–	3	–	–

1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»	Дневная форма для набора 2019 г.	–	3	–	–
	Заочная форма на основе среднего специального образования для набора 2018 г	–	4	–	–
	Заочная форма на основе среднего специального образования для набора 2019 г.	–	2	–	–

Библиотека ГГТУ им. П.О.Сухого

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение. Основные понятия гидрогазодинамики.

Предмет гидрогазодинамики и его место в подготовке специалистов теплоэнергетического профиля. Роль жидкостей и газов в природных явлениях, технике и обеспечении жизнедеятельности человека. История механики жидкости и газа, роль русских ученых. Связь гидрогазодинамики с другими отраслями знаний.

Гидромеханическое представление о жидкостях как сплошной и текучей среде. Фундаментальные свойства жидкостей - сплошность и текучесть.

Тема 2. Основные физические свойства жидкостей и газов.

Сжимаемые и несжимаемые жидкости. Физические свойства жидкостей - плотность, сжимаемость, вязкость. Закон Ньютона для вязкого трения. Динамический и кинематический коэффициенты вязкости, их зависимость от температуры. Идеальная жидкость. Реальная жидкость. Поверхностное натяжение в жидкости. Формула Лапласа. Касательные напряжения внутреннего трения в вязкой жидкости.

Уравнения состояния для идеальных газов и капельных жидкостей. Особенности теплового расширения воды.

Тема 3. Режимы течения жидкостей.

Ламинарный и турбулентный режимы. Критические значения скорости.

Число Рейнольдса и его критические значения. Зависимость критических значений числа Рейнольдса от внешних факторов (вибраций, неплавных входов в трубу).

Критическое значение числа Рейнольдса при течении жидкостей в трубах.

Тема 4. Основы гидростатики.

Основные положения и уравнения. Основные задачи статики. Классификация сил, действующих в жидкости. Силы массовые (объемные) и поверхностные. Напряжения массовых и поверхностных сил. Силы давления и их физическая природа. Напряжение сил давления (давление). Закон Паскаля. Гидравлический пресс.

Гидростатическое давление. Давление в покоящейся жидкости. Абсолютное и избыточное давление, манометрическое давление, вакуум. Приборы для измерения давления и вакуума. Сообщающиеся сосуды.

Давление жидкости на стенку. Сила давления, центр давления. Определение сил давления. Силы, действующие на криволинейную поверхность и на тела, погруженные в тяжелую несжимаемую жидкость. Закон Архимеда. Плавание тел и его устойчивость. Особенности плавания тел, не полностью погруженных в жидкость.

## Тема 5. Основы кинематики.

Основные понятия кинематики жидкости. Установившееся и неустановившееся движение. Траектория, линия тока, элементарная струйка. Поток жидкости, живое сечение, расход. Уравнение неразрывности для элементарной струйки и целого потока. Изменение скорости потока при изменении его площади сечения. Поле скоростей. Линии и трубки тока. Объемный и массовый расходы жидкости. Связь между расходом и средней скоростью течения жидкости.

Теоремы кинематики. Теоремы Коши-Гельмгольца, Гельмгольца, Стокса.

## Тема 6. Основные законы сохранения в гидрогазодинамике.

Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности (сплошности) в дифференциальной форме.

Закон сохранения импульса. Уравнения движения идеальной жидкости - уравнения Эйлера. Уравнение Навье-Стокса. Обобщенная гипотеза Ньютона. Диссипация и перенос энергии.

## Тема 7. Уравнение Бернулли.

Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости.

Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли. Пьезометрическая линия, скоростной напор, гидродинамическая линия. Трубка Пито.

Уравнение Бернулли для струйки вязкой жидкости. Потери напора, гидравлический уклон. Уравнение Бернулли для целого потока, коэффициент неравномерности скорости. Примеры применения уравнения Бернулли. Изменение пьезометрического давления в жидкости при изменении скорости ее течения. Кавитация.

## Тема 8. Гидравлические сопротивления и потери напора.

Общие формулы для определения потерь давления в трубах и на местных сопротивлениях. Формулы Дарси и Дарси-Вейсбаха. Коэффициенты трения в трубах и местных сопротивлениях.

Потери давления при течении жидкости в трубах. Закон сопротивления при ламинарном течении в трубах. Закон сопротивления при турбулентном течении жидкостей в гладких трубах (Закон сопротивления Блазиуса). Законы сопротивления в шероховатых трубах.

Потери давления на местных сопротивлениях. Потери давления при внезапном расширении и сужении потока. Формула Борда. Другие примеры местных сопротивлений (задвижка, клапан, кран, и т.п.) Поворотные устройства. Дроссельные расходомеры. Трубка Вентури для измерения расхода жидкости.

Диффузоры и конфузоры. Изменение параметров потока несжимаемой жидкости (скорости и давления) при течении в диффузорах и конфузорах.

Истечение несжимаемой жидкости. Истечение несжимаемой жидкости через отверстие в баке. Формула Торричелли. Коэффициенты скорости и расхода. Насадки.

Тема 9. Задачи и методы расчета трубопроводных систем.

Методика расчета потерь давления в простом трубопроводе. Расчет потерь давления при последовательном соединении простых трубопроводов. Расчет потерь давления при параллельном соединении простых трубопроводов.

Расчет потерь давления в разветвленном трубопроводе.

Тема 10. Одномерные течения сжимаемого газа.

Распространение малых возмущений (звука) в жидкостях и газах. Скорость звука. Удельная энтальпия. Число Маха. Гидравлический удар.

Особенности проявления законов сохранения в сжимаемом газе. Уравнение Бернулли для изотермического течения идеального газа. Уравнение Бернулли для адиабатного течения идеального газа.

Движение газа в трубе переменного сечения. Уравнение Гюгонио. Условия перехода значений скорости газа через скорость звука. Изменение скорости газа при движении в диффузорах и конфузорах. Сопло Лаваля и режимы его работы.

Тема 11. Течение жидкостей у твердых поверхностей.

Движение жидкости в пограничном слое. Дифференциальные уравнения Прандтля и граничные условия для пограничного слоя.

Пограничный слой. Зависимость толщины пограничного слоя от числа Рейнольдса. Отрыв пограничного слоя. Вихревая зона.

Силы, действующие на тела, обтекаемые потоком жидкости и газа. Коэффициенты лобового сопротивления и подъемной силы. Зависимость коэффициента лобового сопротивления при обтекании шара от числа Рейнольдса. Формула Стокса. Механизм формирования подъемной силы. Качество крыла. Эффект Магнуса.

Пограничный слой при течении жидкости в трубах. Характер течения жидкостей на начальном участке и при стабилизированном течении жидкостей в круглых трубах (течение Пуазейля). Профиль скорости.

Тема 12. Гидравлические машины.

Общие сведения о гидромашинах. Классификация насосов и гидродвигателей.

Принцип действия динамических и объёмных машин. Основные параметры: подача (расход), напор, мощность, КПД. Баланс мощности в гидромашинах.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»**  
**(Дневная форма получения образования)**

темы Номер раздела,	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					УСРС Количество часов	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1. Введение. Основные понятия гидрогазодинамики.	2						Зачет
2	Тема 2. Основные физические свойства жидкостей и газов.	2	2		2			Зачет, защита л.р.
3	Тема 3. Режимы течения жидкостей.	2	2		2			Зачет, защита л.р.
4	Тема 4. Основы гидростатики.	4	2					Зачет
5	Тема 5. Основы кинематики.	2						Зачет
6	Тема 6. Основные законы сохранения в гидрогазодинамике.	2						Зачет
7	Тема 7. Уравнение Бернулли.	4	4		4			Зачет, защита л.р.
8	Тема 8. Гидравлические сопротивления и потери напора.	4	4		4			Зачет, защита л.р.
9	Тема 9. Задачи и методы расчета трубопроводных систем.	2	2		2			Зачет, защита л.р.
10	Тема 10. Одномерные течения сжимаемого газа.	4						Зачет
11	Тема 11. Течение жидкостей у твердых поверхностей.	4			1			Зачет, защита л.р.
12	Тема 12. Гидравлические машины.	2	1		2			Зачет, защита л.р.
	ВСЕГО	34	17		17			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»  
(Заочная форма получения образования)

темы Номер раздела,	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					УСРС Количество часов	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1. Введение. Основные понятия гидрогазодинамики.	0,5						Зачет
2	Тема 2. Основные физические свойства жидкостей и газов.	0,5						Зачет
3	Тема 3. Режимы течения жидкостей.	1	2					Зачет
4	Тема 4. Основы гидростатики.	1						Зачет
5	Тема 5. Основы кинематики.	1						Зачет
6	Тема 7. Уравнение Бернулли.	1	2					Зачет
7	Тема 8. Гидравлические сопротивления и потери напора.	1						Зачет
	ВСЕГО	6	4					

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
1–43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»  
(Заочная форма на основе среднего специального образования)

темы Номер раздела,	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					УСРС Количество часов	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 2. Основные физические свойства жидкостей и газов.	0,5						Зачет
2	Тема 3. Режимы течения жидкостей.	0,5			2			Зачет, защита л.р.
3	Тема 4. Основы гидростатики.	1						Зачет
4	Тема 7. Уравнение Бернулли.	1	2		2			Зачет, защита л.р.
5	Тема 8. Гидравлические сопротивления и потери напора.	1						Зачет
	ВСЕГО	4	2		4			

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**1–43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»**  
**(Дневная форма получения образования для набора 2018 г.)**

темы Номер раздела,	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					УСРС Количество часов	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1. Введение. Основные понятия гидрогазодинамики.	2						Зачет
2	Тема 2. Основные физические свойства жидкостей и газов.	2			2			Зачет, защита л.р.
3	Тема 3. Режимы течения жидкостей.	2			2			Зачет, защита л.р.
4	Тема 4. Основы гидростатики.	4						Зачет
5	Тема 5. Основы кинематики.	2						Зачет
6	Тема 6. Основные законы сохранения в гидрогазодинамике.	2						Зачет
7	Тема 7. Уравнение Бернулли.	4			4			Зачет, защита л.р.
8	Тема 8. Гидравлические сопротивления и потери напора.	4			4			Зачет, защита л.р.
9	Тема 9. Задачи и методы расчета трубопроводных систем.	2			2			Зачет, защита л.р.
10	Тема 10. Одномерные течения сжимаемого газа.	4						Зачет
11	Тема 11. Течение жидкостей у твердых поверхностей.	4			1			Зачет, защита л.р.
12	Тема 12. Гидравлические машины.	2			2			Зачет, защита л.р.
		34			17			

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**1–43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»**  
**(Дневная форма получения образования для набора 2019 г.)**

темы Номер раздела,	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					УСРС Количество часов	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1. Введение. Основные понятия гидрогазодинамики.	2						Зачет
2	Тема 2. Основные физические свойства жидкостей и газов.	2	2		2			Зачет, защита л.р.
3	Тема 3. Режимы течения жидкостей.	2	2		2			Зачет, защита л.р.
4	Тема 4. Основы гидростатики.	4	2					Зачет
5	Тема 5. Основы кинематики.	2						Зачет
6	Тема 6. Основные законы сохранения в гидрогазодинамике.	2						Зачет
7	Тема 7. Уравнение Бернулли.	4	4		4			Зачет, защита л.р.
8	Тема 8. Гидравлические сопротивления и потери напора.	4	4		4			Зачет, защита л.р.
9	Тема 9. Задачи и методы расчета трубопроводных систем.	2	2		2			Зачет, защита л.р.
10	Тема 10. Одномерные течения сжимаемого газа.	4						Зачет
11	Тема 11. Течение жидкостей у твердых поверхностей.	4			1			Зачет, защита л.р.
12	Тема 12. Гидравлические машины.	2	1		2			Зачет, защита л.р.
		34	17		17			

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**1–43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»**  
**(Заочная форма на основе среднего специального образования**  
**для набора 2018 г.)**

темы Номер раздела,	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					УСРС Количество часов	контроль знаний Форма
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 2. Основные физические свойства жидкостей и газов.	0,5						Зачет
2	Тема 3. Режимы течения жидкостей.	0,5			2			Зачет, защита л.р.
3	Тема 4. Основы гидростатики.	1						Зачет
4	Тема 7. Уравнение Бернулли.	1	2		2			Зачет, защита л.р.
5	Тема 8. Гидравлические сопротивления и потери напора.	1						Зачет
	<b>ВСЕГО</b>	<b>4</b>	<b>2</b>		<b>4</b>			

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**1–43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»**  
**(Заочная форма на основе среднего специального образования**  
**для набора 2019 г.)**

темы Номер раздела,	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					УСРС Количество часов	форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1. Введение. Основные понятия гидрогазодинамики.	0,5						Зачет
2	Тема 2. Основные физические свойства жидкостей и газов.	0,5			2			Зачет, защита л.р.
3	Тема 3. Режимы течения жидкостей.	1	2					Зачет
4	Тема 4. Основы гидростатики.	1						Зачет
5	Тема 5. Основы кинематики.	1	2		2			Зачет, защита л.р.
6	Тема 7. Уравнение Бернулли.	1						Зачет
7	Тема 8. Гидравлические сопротивления и потери напора.							
	ВСЕГО	6	4		4			

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Жукова Н.П., Майникова Н.Ф. Гидрогазодинамика: учебное пособие: в 2 ч., Ч 1. Гидравлика. Издательство ФГБОУ ВПО «ТГПУ», 2015. - 141 с.
2. Кудинов А.А. Техническая гидромеханика: учебное пособие для вузов. - Москва.: Машиностроение, 2008. – 367 с.
3. Крестин Е.А., Лукс А.Л., Нохрина Е.Н., Матвеев А.Г. Гидравлика: учебное пособие. Самара: Самарский государственный архитектурно — строительный университет, 2013. - 260 с.

### Дополнительная литература.

1. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Машиностроение, 1992.
2. Емцев Б.Т. Техническая гидромеханика: учебник для вузов / Б.Т. Емцев. – Москва: Машиностроение, 1978. – 464 с.
3. Крестин Е.А. Гидравлика: курс лекций. Самара: Самарский государственный архитектурно — строительный университет, 2014. - 189 с.
4. Кураев А.А., Ларичкин В.В., Обуховский А.Д., Саленко С.Д. Аэрогидромеханика. - Новосибирск: НГТУ, 2010. - 116 с.
5. Чугаев Р.Р. Гидравлика. - М.-Л.: Энергоиздат, 1982.

### Электронные учебно-методические комплексы

1. Мацко И.И. Гидрогазодинамика; электронный учебно-методический комплекс дисциплины / И.И. Мацко, Е.Н. Волкова, Ю.А. Степанишина. – Гомель: ГГТУ, 2010. – 1 папка + 1 электрон. опт. диск.

### Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов и технических средств обучения

1. Гидрогазодинамика: лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов специальностей 1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» и 1– 43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» дневной и заочной форм обучения / В.Л. Лиходиевский, Е.Н. Волкова, Ю.А. Степанишина. Министерство образования Республики Беларусь. Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», кафедра «Промышленная теплоэнергетика и экология». – Гомель: ГГТУ. М/ук. 3855.
2. Гидрогазодинамика [Электронный ресурс]: лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов специальностей 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» и 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергообору-

дования организаций» дневной и заочной форм обучения / В.Л. Лиходиевский, Е.Н. Волкова, Ю.А. Степанишина. Министерство образования Республики Беларусь. Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», кафедра «Промышленная теплоэнергетика и экология». – Гомель: ГГТУ, 2009. – 47 с.

Библиотека ГГТУ им. П. О. Сухого

## Примерный перечень тем практических занятий

1. Основные физические свойства жидкостей и газов.
2. Основное уравнение гидростатики.
3. Относительный покой жидкости.
4. Режимы течения жидкостей.
5. Уравнение Бернулли для потока реальной и идеальной жидкостей.
6. Определение потерь напора по длине и в местных сопротивлениях.
7. Истечение жидкостей и газов через насадки и сопла.
8. Гидроаэродинамический расчет трубопроводов.

## Примерный перечень лабораторных работ

1. Методы и приборы гидравлического эксперимента.
2. Определение режима течения жидкости.
3. Построение напорной и пьезометрической линий для трубопровода переменного сечения.
4. Определение коэффициента гидравлического трения.
5. Определение коэффициента местных сопротивлений.
6. Определение коэффициента расхода трубы Вентури.
7. Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке. Истечение жидкости через насадки.
8. Определение расходной характеристики дроссельной диафрагмы.
9. Истечение газа через сопло.
10. Изучение свободной турбулентной струи газа.

## Примерный перечень вопросов к зачету (тестированию)

1. Гидрогазодинамика как наука.
2. Идеальная жидкость, реальная жидкость. Идеальный газ, реальный газ.
3. Определение жидкости, газа. Понятие сплошности среды. Критерий сплошности.
4. Свойства жидкостей и газов: плотность, удельный вес, сжимаемость и упругость. Модуль объемной упругости.
5. Поверхностное натяжение.
6. Вязкость жидкостей и газов. Коэффициенты вязкости и их зависимость от температуры и давления.
7. Силы, действующие на жидкость.
8. Давление. Абсолютное, избыточное, давление вакуума.
9. Гидростатическое давление. Закон Паскаля.
10. Гидравлический пресс.
11. Эпюры давления при гидростатическом давлении в резервуарах.
12. Основное уравнение гидростатики.
13. Приборы для измерения давления.
14. Давление жидкости на плоскую стенку.

15. Давление жидкости на криволинейную стенку.
16. Равновесие твердого тела в жидкости.
17. Закон Архимеда и условия плавания тел в жидкости.
18. Два подхода для описания движения жидкости и газа: метод Лагранжа, метод Эйлера.
19. Линия тока и трубка тока. Расход жидкости и газа (объемный, массовый, весовой).
20. Уравнение неразрывности потока.
21. Поле скоростей (стационарное, нестационарное). Скорость движения жидкой частицы. Ускорение жидкой частицы.
22. Поток жидкости (напорный, безнапорный, гидравлические струи).
23. Теоремы кинематики (теоремы Гельмгольца, теорема Коши-Гельмгольца, теорема Стокса).
24. Закон Бернулли, его математическое проявление — уравнение Бернулли.
25. Уравнение Бернулли для установившегося движения идеальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли.
26. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Коэффициент Кориолиса.
26. Гидравлический и пьезометрический уклоны. Напорная и пьезометрическая линии.
27. Ламинарное движение жидкости в круглой трубе. Формула Пуазейля.
28. Турбулентное движение жидкости. Число Рейнольдса.
29. Понятие шероховатости, течение жидкости в шероховатых трубах.
30. Потери энергии и потери давления. Уравнение Дарси-Вейсбаха.
31. Зависимость коэффициентов трения от гидродинамики потока. (определение коэффициента гидравлического трения).
32. Уравнение для определения потерь напора на преодоление местных сопротивлений.
33. Внезапное расширение потока. Сопротивление выхода.
34. Внезапное сужение потока.
35. Постепенное сужение, расширение потока.
36. Внезапный поворот потока. Плавный поворот потока.
37. Изменение расхода жидкости: приборы и методы.
38. Гидрометрическая трубка Пито.
39. Истечение жидкости через отверстие в тонкой стенке.
40. Истечение жидкости через насадки.
41. Истечение жидкости через отверстие (или насадок) при постоянном уровне.
42. Сжатие струи жидкости. Коэффициент сжатия струи.
43. Коэффициентов истечения  $\epsilon$ ,  $\phi$ ,  $\mu_p$ ,  $\xi$ .
44. Сжатие жидкости: полное, неполное. Гидравлические характеристики.
45. Характеристика трубопроводов (сети).
46. Простые трубопроводы. Характеристика трубопровода.
47. Геометрические характеристики трубопровода.
48. Технологические характеристики трубопровода.

49. Формула Шези.
50. График уравнения простого трубопровода.
51. Сложные трубопроводы.
52. Последовательное соединение трубопроводов.
53. Параллельное соединение трубопроводов.
54. Трубопроводы, работающие под вакуумом (сифоны).
55. Центробежный насос. Подача. Напор. КПД насоса.
56. Уравнение Бернулли для изотермического течения идеального газа.
57. Уравнение Бернулли для адиабатного течения идеального газа.
58. Условия перехода значений скорости газа через скорость звука.
59. Изменение скорости газа при движении в диффузорах и конфузорах.
60. Сопло Лавалья и режимы его работы.

Для оценки приобретенных студентами знаний используется следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам;
- защита выполненных контрольных работ;
- защита выполненных лабораторных работ;
- сдача зачета.

## ОРГАНИЗАЦИЯ И ВЫПОЛНЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

При изучении дисциплины рекомендуется использовать такие виды самостоятельной работы, как: выполнение индивидуальных заданий в аудитории на практических занятиях под контролем преподавателя; выполнение домашних заданий в виде решения задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным темам; самостоятельная подготовка к сдаче зачета.

С целью развития у студентов навыков работы с учебной и научной литературой, исследовательской работы часть разделов дисциплины они могут изучать самостоятельно по литературе, указанной в программе. Вопросы для самостоятельного изучения включаются в перечень вопросов к зачету. С целью привлечения студентов к участию в конкурсах и олимпиадах можно предложить им индивидуальные задания повышенной степени сложности, которые требуют самостоятельного освоения материала, выходящего за рамки учебной дисциплины, по дополнительной литературе, указанной в программе.

Для организации самостоятельной работы студентов необходимо использовать современные информационные технологии: информационные ресурсы учебного портала или электронной библиотеки университета.

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего контроля знаний в форме устного опроса, контрольных работ, тестового контроля по темам и разделам курса.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. «Термодинамика и теплоустановки»	Промышленная теплоэнергетика и экология	Согласовано	Рекомендовать представленную учебную программу к утверждению (Протокол №21 от 30.04.2019 г.)
2. «Тепломассообмен»			

Заведующий кафедрой  
«Промышленная теплоэнергетика  
и экология», к.т.н., доцент

А.В. Шаповалов