

ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.А. БУНИНА

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор института физической культуры, спорта и безопасности жизнедеятельности
/Шахов А.А./

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.14 Гидрогазодинамика

Направление подготовки: 20.03.01. Техносферная безопасность

Направленность (профиль): Защита в чрезвычайных ситуациях

Квалификация (степень): бакалавр

Форма обучения: очная, очно-заочная

Институт: физической культуры, спорта и безопасности жизнедеятельности

Кафедра: Технологических процессов в машиностроении и агроинженерии

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	4	4	
Семестр/триместр	7	11	

Лекции	14	4	
Лабораторные занятия			
Практические (семинарские) занятия	14	12	
Консультации			
Форма(ы) промежуточной аттестации	Зачет-0,2	Зачет-0,2	
Контроль			
Иные формы работы			
Самостоятельная работа	79,8	91,8	

Всего часов 108

Трудоемкость: 3 зачетных единицы.

Разработчик(и) рабочей программы:

кандидат технических наук, доцент Елецких С.В.

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины: формирование знаний, умений и навыков использования теоретических методов расчета движения жидкости и газа, практическом приложении этих методов для расчета гидродинамических характеристик изотермических и неізотермических явлений с однофазными и двухфазными средами.

Задачи изучения дисциплины: формирование понимания физической сущности явлений, возникающих в покоящихся и движущихся однородных, двухфазных и двухкомпонентных жидких средах; усвоение формальных управлений для практических задач энергетики.

Место дисциплины в структуре ОПОП: реализуется в рамках базовой части блока Б1. Дисциплины (модули)

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОК-10	Знать: – основные принципы, способы и методы познания окружающей действительности; – основные методы поиска, обобщения и анализа информации; – характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и устойчивость технических систем, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности.	Знает: – основные физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов; – особенности физического и математического моделирования одномерных и трёхмерных, дозвуковых и сверхзвуковых, ламинарных и турбулентных течений идеальной и реальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей.
	Уметь: – осуществлять эффективный поиск информации и критики источников; – получать, обрабатывать и сохранять источники информации; – понимать и анализировать философские проблемы	Умеет: – рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течении в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических машин; – проводить гидравлический расчет трубопроводов.
	Владеть: – методами теоретического и эмпирического исследования; – понятийно-терминологическим аппаратом в области надежности и риска.	Владеет: – методиками проведения типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов; – навыками работы с литературой и машинами, используемыми в теплоэнергетике для контроля, управления и выполнения

		определённых действий в технологической цепочке, где существенно используются гидрогазодинамические законы.
--	--	---

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование тем и разделов	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
1.	Раздел 1. Введение	1	1			
2.	Тема 1 Предмет гидрогазодинамики, основные понятия и определения. История механики жидкости и газа, роль русских ученых	1	1			
3.	Раздел 2. Основы гидростатики	9	2	2		5
4.	Тема 2. 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. Поверхностное натяжение и тепловое расширение жидкостей	1	1			
5.	Тема 3. Гидростатическое давление. Давление в покоящейся жидкости. Абсолютное и избыточное давление, манометрическое давление, вакуум. Приборы для измерения давления и вакуума. Давление жидкости на стенку. Сила давления,	8	1	2		5

	центр давления					
6.	Раздел 3. Основные понятия и уравнения гидродинамики. Уравнение Бернулли	9	2	2		5
7.	Тема 4. 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	1	1			
8.	Тема 5. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для струйки вязкой жидкости. Потери напора, гидравлический уклон. Уравнение Бернулли для целого потока, коэффициент неравномерности скорости.	8	1	2		5
9.	Раздел 4. Гидравлические сопротивления и потери напора. Расчет трубопроводов	16	2	4		10
10.	Тема 6. Режимы движения вязкой жидкости, число Рейнольдса. Пульсации скорости и давления в турбулентном потоке. Местные сопротивления. Коэффициент местного сопротивления, его определение по гидравлическим	8	1	2		5

	справочникам.					
11.	Тема 7. Неустановившееся движение жидкости в трубах. Гидравлический удар в трубах. Формула Жуковского для прямого гидроудара. Скорость распространения ударной волны. Фазы гидроудара	8	1	2		5
12.	Раздел 5. Одномерное движение газа	12	2			10
13.	Тема 8. Основные уравнения одномерного движения. Скорость звука в газовом потоке. Дозвуковые и сверхзвуковые течения, числа М и Х. Уравнение энергии, критическая и максимальная скорости. Параметры изоэнтропийного торможения газа.	6	1			5
14.	Тема 9 Газодинамические функции. Решение задач одномерного изоэнтропийного течения. Истечение газа из отверстий и сопел. Одномерное течение при наличии трения. Распределение давлений и скоростей по длине трубы при различных числах Маха	6	1			5
15.	Раздел 6. Двумерные течения газа	14	2	2		10
16.	Тема 10. Распространение возмущений в плоском потоке. Понятие о характеристиках сверхзвукового потока. Волны разрежения. Изменение параметров газового потока в волнах разрежения	8	1	2		5
17.	Тема 11. Построение	6	1			5

	поля течения, расчет скоростей и давлений при сверхзвуковом обтекании пластинки и крылового профиля. Волновое сопротивление					
18.	Раздел 7. Основы динамики идеальной несжимаемой жидкости	22	2	2		18
19.	Тема 12. Кинематический анализ движения жидкой частицы. Скорости поступательного, вращательного и деформационного движения. Вихревое и безвихревое течение		1			6
20.	Тема 13. Функция тока и потенциал скорости. Примеры потенциальных течений. Метод ЭГДА и экспериментальное изучение потенциальных течений на электрических моделях	9	1	2		6
21.	Тема 14. Теорема Жуковского для подъемной силы. Появление циркуляции при обтекании крыла, постулат Чаплыгина - Жуковского	6,8				6,8
22.	Раздел 8. Основы динамики вязкой жидкости. Моделирование в гидрогазодинамике	24,8	1	2		21,8
23.	Тема 15. Касательные напряжения внутреннего трения в вязкой жидкости. Связь напряжений со скоростями деформации. Уравнения Навье-Стокса	14,3	0,5			13,8
24.	Тема 16. Моделирование в гидрогазодинамике. Условия гидродинамического подобия потоков. Общий закон динамического	10,5	0,5	2		8

	подобия Ньютона					
25.	<i>Зачет</i>	0,2				
26.	<i>Итого за 7 семестр</i>	108	14	14		79,8
27.	ИТОГО:	108	14	14		79,8

Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование тем и разделов	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
1.	Раздел 1. Введение	16,8				16,8
2.	Тема 1 Предмет гидрогазодинамики, основные понятия и определения. История механики жидкости и газа, роль русских ученых	16,8				16,8
3.	Раздел 2. Основы гидростатики	12		2		10
4.	Тема 2. 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. Поверхностное натяжение и тепловое расширение жидкостей	5				5
5.	Тема 3. Гидростатическое давление. Давление в покоящейся жидкости. Абсолютное и избыточное давление, манометрическое давление, вакуум. Приборы для измерения давления и вакуума. Давление жидкости на стенку. Сила давления, центр давления	7		2		5
6.	Раздел 3. Основные понятия и уравнения гидродинамики.	12		2		10

	Уравнение Бернулли					
7.	Тема 4. 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	6		1		5
8.	Тема 5. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для струйки вязкой жидкости. Потери напора, гидравлический уклон. Уравнение Бернулли для целого потока, коэффициент неравномерности скорости.	6		1		5
9.	Раздел 4. Гидравлические сопротивления и потери напора. Расчет трубопроводов	12		2		10
10.	Тема 6. Режимы движения вязкой жидкости, число Рейнольдса. Пульсации скорости и давления в турбулентном потоке. Местные сопротивления. Коэффициент местного сопротивления, его определение по гидравлическим справочникам.	7		2		5
11.	Тема 7. Неустановившееся движение жидкости в	5				5

	трубах. Гидравлический удар в трубах. Формула Жуковского для прямого гидроудара. Скорость распространения ударной волны. Фазы гидроудара					
12.	Раздел 5. Одномерное движение газа	11	1			10
13.	Тема 8. Основные уравнения одномерного движения. Скорость звука в газовом потоке. Дозвуковые и сверхзвуковые течения, числа М и X. Уравнение энергии, критическая и максимальная скорости. Параметры изоэнтропийного торможения газа.	5,5	0,5			5
14.	Тема 9 Газодинамические функции. Решение задач одномерного изоэнтропийного течения. Истечение газа из отверстий и сопел. Одномерное течение при наличии трения. Распределение давлений и скоростей по длине трубы при различных числах Маха	5,5	0,5			5
15.	Раздел 6. Двумерные течения газа	13	1	2		10
16.	Тема 10. Распространение возмущений в плоском потоке. Понятие о характеристиках сверхзвукового потока. Волны разрежения. Изменение параметров газового потока в волнах разрежения	7,5	0,5	2		5
17.	Тема 11. Построение поля течения, расчет скоростей и давлений при сверхзвуковом обтекании пластинки и	5,5	0,5			5

	крылового профиля. Волновое сопротивление					
18.	Раздел 7. Основы динамики идеальной несжимаемой жидкости	18	1	2		15
19.	Тема 12. Кинематический анализ движения жидкой частицы. Скорости поступательного, вращательного и деформационного движения. Вихревое и безвихревое течение	5,5	0,5			5
20.	Тема 13. Функция тока и потенциал скорости. Примеры потенциальных течений. Метод ЭГДА и экспериментальное изучение потенциальных течений на электрических моделях	7,5	0,5	2		5
21.	Тема 14. Теорема Жуковского для подъемной силы. Появление циркуляции при обтекании крыла, постулат Чаплыгина - Жуковского	5				5
22.	Раздел 8. Основы динамики вязкой жидкости. Моделирование в гидрогазодинамике	13	1	2		10
23.	Тема 15. Касательные напряжения внутреннего трения в вязкой жидкости. Связь напряжений со скоростями деформации. Уравнения Навье-Стокса	5,5	0,5			5
24.	Тема 16. Моделирование в гидрогазодинамике. Условия гидродинамического подобия потоков. Общий закон динамического подобия Ньютона	7,5	0,5	2		5
25.	<i>Зачет</i>	<i>0,2</i>				
26.	<i>Итого за 11 триместр</i>	<i>108</i>	<i>4</i>	<i>12</i>		<i>91,8</i>
27.	ИТОГО:	108	4	12		91,8

Заочная форма обучения
Не реализуется.

**III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы, теста, реферата, творческого задания, кейса и др.

Примеры тестовых заданий

1. Единицей измерения коэффициента объемного сжатия является

1. Н/м²
2. Па-1
3. м/с²
4. кг/м³

2. Чему равен радиус капиллярной трубки, в которой находится спирт при температуре 20 °С, если высота его опускания $h_{\text{кап}} = 3$ мм

1. 0,5 мм
2. 5 мм
3. 1,92 мм

3. Температура газа составляет 293 К. Чему равен коэффициент объемного (теплового) расширения такого газа?

1. 0,0293 1/°K
2. 0,293 1/°K
3. 0,034 1/°K
4. 0,0034 1/°K

4. Единицей измерения коэффициента объемного (теплового) расширения является

1. 1/Па
2. Па
3. 1/°K
4. °K

5. Газ находится под избыточным давлением 20 кПа. Модуль упругости такого газа равен

Выберите один ответ:

1. 20 кПа
2. 2 кПа
3. 0,05 кПа

6. Чему равен радиус капиллярной трубки, в которой находится спирт при температуре 20 °С, если высота его опускания $h_{\text{кап}} = 3$ мм

1. 0,5 мм
2. 5 мм
3. 1,92 мм

4. 1 мм

7. Температура газа составляет 293 К. Чему равен коэффициент объемного (теплого) расширения такого газа?

1. 0,0293 1/0K

2. 0,293 1/0K

3. 0,034 1/0K

4. 0,0034 1/0K

8. Газ находится под избыточным давлением 20 кПа. Модуль упругости такого газа равен

Выберите один ответ:

1. 20 кПа

2. 2 кПа

3. 0,05 кПа

9. Динамический коэффициент вязкости капельной жидкости (указать неверное утверждение)

1. равен произведению плотности на кинематическую вязкость

2. имеет размерность кг/(м·с)

3. равен отношению силы вязкости к силам инерции

4. уменьшается с ростом температуры

10. Процесс кавитации наступает при

1. понижении температуры жидкости ниже значения ее температуры кипения

2. превышении давления значения давления насыщенных паров жидкости

3. превышении температуры кипения данной жидкости

4. понижении давления жидкости до значения, меньшего давления насыщенных паров

11. Коэффициент объемного (теплого) расширения газа составляет 0,005 1/0K. Чему равна его температура?

1. 20 0K

2. 500 0K

3. 50 0K

4. 200 0K

12. Единицей измерения плотности среды является

1. кг/с

2. кг/м³

3. м³/кг

4. Н/м²

13. Конденсация – это процесс

1. сопротивления среды сдвигающему усилию

2. образования в жидкости пузырьков воздуха

3. перехода вещества из жидкого состояния в газообразное

4. перехода вещества из газообразного состояния в жидкое

14. Модель вязкой несжимаемой жидкости – это жидкость

1. имеющая вязкость и неизменную плотность

2. имеющая свойства электропроводности и сжимаемости

3. обладающая текучестью и имеющая непостоянное значение плотности
4. лишенная свойства вязкости и сжимаемости

15. Вязкость – это способность среды

1. изменять объем под действием внешнего давления
2. оказывать сопротивление сдвигающему усилию
3. неограниченно деформироваться под действием приложенной силы
4. изменять свой объем при изменении температуры

Примерная тематика рефератов

1. Скоростной коэффициент и его связь с числом Маха.
2. Соотношения для скачков давления, плотности и температуры в ударной волне.
3. Скорость распространения ударной волны.
4. Уравнение ударной адиабаты (адиабата Гюгонио).
5. Обтекание тел потоком жидкости и газа. Пограничный слой. Зависимость толщины пограничного слоя от числа Рейнольдса.
6. Отрыв пограничного слоя. Вихревая зона.
7. Силы, действующие на тела, обтекаемые потоком жидкости и газа. Коэффициенты лобового сопротивления и подъемной силы.
8. Зависимость коэффициента лобового сопротивления при обтекании шара от числа Рейнольдса. Формула Стокса. Кризис сопротивления.
9. Механизм формирования подъемной силы. Качество крыла.
10. Эффект Магнуса.
11. Характер течения жидкостей на начальном участке и при стабилизированном течении жидкостей в круглых трубах. Профиль скорости. Расход. Потери давления.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета с использованием следующих оценочных материалов: *перечень вопросов к зачету*

Вопросы к зачету

(7 семестр, очная форма обучения;

11 триместр, очно-заочная форма обучения)

1. Гидромеханическое представление о жидкостях как сплошной и текучей среде. Фундаментальные свойства жидкостей и газов - сплошность и текучесть.
2. Плотность жидкостей и газов и ее зависимость от температуры и давления (уравнения состояния) для идеальных газов и капельных жидкостей. Коэффициенты теплового расширения и сжимаемости. Связь коэффициента сжимаемости жидкостей со скоростью звука.
3. Вязкость жидкостей. Физическая природа сил вязкого трения. Вязкие напряжения. Закон вязкого трения Ньютона. Динамический и кинематический коэффициенты вязкости и их зависимость от температуры.

4. Свободная поверхность жидкости и ее особенности. Поверхностная энергия. Коэффициент поверхностного натяжения в жидкостях. Капиллярный скачок давления. Кривизна поверхности. Главные радиусы кривизны. Формула Лапласа.

5. Смачивание жидкостью твердых поверхностей. Определение уровня жидкости в круглом капилляре.

6. Равновесная форма объема жидкости со свободной поверхностью. Капиллярный распад жидких струй.

7. Ламинарный и турбулентный режимы течения жидкости. Число Рейнольдса и его критические значения. Зависимость критических значений числа Рейнольдса от внешних факторов (вибраций, неплавных входов в трубу).

8. Основные принципы описания потоков жидкостей и газов. Поля давления, температуры и плотности. Физический смысл их градиентов. Изотермы, изобары, изохоры.

9. Поле скоростей. Линии и трубки тока. Объемный и массовый расходы жидкости. Связь между расходом и средней скоростью течения жидкости.

10. Классификация сил, действующих в жидкости. Силы массовые (объемные) и поверхностные. Напряжения массовых и поверхностных сил.

11. Силы давления и их физическая природа. Напряжение сил давления (давление).

12. Равновесие жидкости в отсутствии массовых сил. Закон Паскаля.

13. Гидравлический пресс.

14. Равновесие жидкости в присутствии массовых сил. Основное дифференциальное уравнение гидростатики.

15. Условия возможности равновесия неизотермической жидкости в поле силы тяжести. Естественная (свободная) конвекция.

16. Распределение давления в тяжелой несжимаемой жидкости. Поверхности уровня. Форма свободной поверхности.

17. Сообщающиеся сосуды. Жидкостные манометры и микроманометры.

18. Определение уровней жидкостей в сообщающихся сосудах, заполненных жидкостями с разной плотностью.

19. Распределение давления в тяжелом сжимаемом газе. Барометрическая формула.

20. Распределение давления и форма поверхности жидкости в сосудах, движущихся равноускоренно.

21. Распределение давления и форма поверхности жидкости во вращающемся сосуде.

22. Определение сил давления, действующих на криволинейную поверхность и на тела, погруженные в тяжелую несжимаемую жидкость. Закон Архимеда.

23. Определение вертикальных и горизонтальных составляющих сил, действующих на тела, погруженные в тяжелую несжимаемую жидкость.

24. Плавание тел и его устойчивость. Особенности плавания тел, не полностью погруженных в жидкость. Одномерные течения жидкостей и газов (гидравлическое приближение).

25. Законы сохранения в гидрогазодинамике. Закон сохранения массы и уравнение неразрывности (сплошности) в гидравлическом приближении.
26. Закон сохранения импульса и уравнение движения в гидравлическом приближении.
27. Закон сохранения момента импульса и его применение к движению жидкостей в турбинах. Турбинное уравнение.
28. Закон сохранения энергии в гидравлическом приближении. Уравнение Бернулли.
29. Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости.
30. Уравнение Бернулли для адиабатного течения идеального газа.
31. Силовая интерпретация уравнения Бернулли. Напор.
32. Уравнение Бернулли для вязкой несжимаемой жидкости. Потери энергии и потери давления.
33. Определение потерь давления в трубах и на местных сопротивлениях. Формулы Дарси и Дарси-Вейсбаха.
34. Закон сопротивления при ламинарном течении в трубах.
35. Закон сопротивления при турбулентном течении жидкостей в гладких трубах (Закон сопротивления Блазиуса).
36. Законы сопротивления в шероховатых трубах.
37. Потери давления при внезапном расширении и сужении потока. Формула Борда.
38. Потери давления на местных сопротивлениях (задвижка, клапан, кран). Поворотные устройства.
39. Дроссельные расходомеры.
40. Трубка Пито для измерения скорости жидкости.
41. Диффузоры и конфузоры. Изменение параметров потока несжимаемой жидкости (скорости и давления) при течении в диффузорах и конфузорах.
42. Истечение несжимаемой жидкости через отверстие в баке. Формула Торичелли. Коэффициенты скорости и расхода. Насадки.
43. Основные задачи расчета трубопроводных систем. Методика расчета потерь давления в простом трубопроводе.
44. Расчет потерь давления при последовательном соединении простых трубопроводов.
45. Расчет потерь давления при параллельном соединении простых трубопроводов.
46. Расчет потерь давления в разветвленном трубопроводе.
47. Кавитация.
48. Распространение малых возмущений (звука) в жидкостях и газах. Скорость звука. Число Маха. Гидравлический удар.
49. Одномерные адиабатные течения идеального газа. Основные уравнения.
50. Связь между параметрами газа в потоке с параметрами заторможенного газа.
51. Истечение газа через отверстие в баке. Формула Сен-Венана-Вентцеля.

52. Критические значения параметров газа и их связь с параметрами заторможенного газа.

53. Явление запираания потока при истечении газа через отверстие в баке. Критический расход газа.

54. Движение газа в трубе переменного сечения. Уравнение Гюгонио.

55. Изменение скорости газа при движении в диффузорах и конфузорах.

56. Условия перехода значений скорости газа через скорость звука.

57. Сопло Лавали и режимы его работы.

58. Распространение конечных возмущений в газах. Механизм формирования скачка уплотнения (ударной волны).

59. Основные уравнения (неразрывности, движения, Бернулли) для ударной волны.

60. Соотношения между скоростями газа перед и за фронтом ударной волны.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Основная литература

1. Кузнецов, В. А. Гидрогазодинамика: учебное пособие для вузов / В. А. Кузнецов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 120 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11813-1. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://www.biblio-online.ru/bcode/447704> (дата обращения: 01.09.2020)

Дополнительная литература

1. Кураев, А.А. Прикладная гидрогазодинамика: учебное пособие: в 2 частях: [16+] / А.А. Кураев, А.П. Шашкин; Новосибирский государственный технический университет. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. — Ч. 1. Гидродинамика. — 122 с.: табл., ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573832> (дата обращения: 01.09.2020). — Библиогр.: с. 113-114. — ISBN 978-5-7782-3680-6. - ISBN 978-5-7782-3681-3 (ч. 1). — Текст: электронный.

2. Кураев, А.А. Прикладная гидрогазодинамика: учебное пособие: в 2 частях: [16+] / А.А. Кураев, А.П. Шашкин; Новосибирский государственный технический университет. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. — Ч. 2. Газодинамика. — 151 с.: ил., табл. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574785> (дата обращения: 01.09.2020). — Библиогр. с. 140-141. — ISBN 978-5-7782-3680-6. - ISBN 978-5-7782-3682-0 (Ч. 2). — Текст: электронный.

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://edu.ru/	Российское образование: Федеральный портал. Включает ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	Свободный доступ

VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Предусмотрены помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.