

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет
Кафедра общей физики и дидактики физики



УТВЕРЖДАЮ
проректор

П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ГИДРОМЕХАНИКИ

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа магистратуры
Направление подготовки	03.04.02 Физика
Магистерская программа	Компьютерная физика
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Основы гидромеханики» для обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа: Компьютерная физика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 03.04.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 № 914 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:
доцент, к.ф.-м.н., доцент



В. В. Коломенская

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры общей физики и дидактики физики.

Протокол от 26.03.2024 г. № 12

Заведующий кафедрой



А. В. Безус

СОГЛАСОВАНО:

И. о. декана физико-технического
факультета
28.03.2024 г.



С. А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета.

Протокол от 27.03.2024 г. № 2.

Председатель



В. Н. Котенко

Руководители основной профессиональной
образовательной программы:

кандидат физико-математических наук



А. В. Безус

26.03.2024 г.

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы магистратуры:

Компьютерное моделирование в физике,

Методология и методы научных исследований;

Научный семинар;

Математические методы теоретической физики,

Пользовательские прикладные программы для физиков;

Компьютерные средства анализа экспериментальных данных;

Специальные методы решения физических задач.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Производственная: преддипломная практика;

Производственная практика: научно-исследовательская работа.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.04.02 Физика (магистерская программа: Компьютерная физика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.4.2 Основы гидромеханики
Часть образовательной программы	Вариативная часть, формируемая участниками образовательных отношений
Количество зачетных единиц / всего часов	5 / 180

2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контактная	всего	
Очная	2	3	13	-	52	115	180	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

формирование знаний о фундаментальных законах движения сплошных сред, выработка умений и навыков в построении физических и математических моделей в гидромеханике и методов их решения.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-1. Способен проектировать и организовывать совместную и индивидуальную учебную и воспитательную деятельность обучающихся, в том числе с особыми образовательными потребностями, в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов	ПК-1.7. Способен проектировать результаты обучения в соответствии с нормативными документами в сфере образования, возрастными особенностями обучающихся, в том числе с особыми образовательными потребностями, в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов	ПК-1.7.1 Знает требования федеральных государственных образовательных стандартов по организации совместной и индивидуальной учебной и воспитательной деятельности обучающихся, в том числе с особыми образовательными потребностями ПК-1.7.2. Умеет разрабатывать рабочую программу по физике на основе федеральных рабочих программ основного общего образования и обеспечивать ее выполнение
	ПК-1.8 Способен осуществлять отбор предметного содержания, методов, приемов и технологий, в том числе информационных, обучения, организационных форм учебных занятий, средств диагностики в соответствии с планируемыми результатами обучения	ПК-1.8.1 Знает содержание федеральных рабочих программ основного общего образования и учебников по физике. ПК-1.8.2 Умеет планировать и осуществлять учебный процесс в соответствии с федеральными рабочими программами основного общего образования

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Основные уравнения механики сплошных сред	
1. Сплошная среда	1.1. Предмет гидромеханики. 1.2. Сплошная среда и ее свойства. 1.3. Модели сплошной среды.
2. Основы гидростатики	2.1. Силы, действующие в жидкости. Основное уравнение гидростатики. 2.2. Равновесие несжимаемой жидкости. Сообщающиеся сосуды. 2.3. Равновесие сжимаемого газа. Барометрическая формула. 2.4. Равновесие жидкости при наличии негравитационных массовых сил. Закон Архимеда.
3. Кинематика сплошной среды	3.1. Методы Эйлера и Лагранжа. Поле скоростей и ускорений. Линии тока и трубки тока. 3.2. Градиент скалярной функции. Поток и циркуляция векторного поля. Теорема Гельмгольца. 3.3. Тензор скоростей деформаций. Кубическое расширение. Скорость деформации сдвига.
4. Уравнение неразрывности	4.1. Законы сохранения. Баланс субстанции в интегральном и дифференциальном виде. Уравнение неразрывности. 4.2. Движение в каналах переменного сечения.
5. Законы сохранения импульса и момента импульса	5.1. Силы, действующие в жидкости. Тензор напряжений. 5.2. Закон сохранения импульса. Уравнение движения в напряжениях. 5.3. Закон сохранения момента импульса.

6. Уравнение движения жидкости.	6.1. Обобщенный закон трения Ньютона. Уравнения Навье-Стокса для вязкой несжимаемой жидкости. 6.2. Уравнения движения для разных моделей жидкости.
7. Закон сохранения энергии.	7.1. Теплопроводность. Перенос тепла. Виды теплообмена. 7.2. Закон Фурье. Уравнение баланса энергии.
8. Диффузия	8.1. Диффузия. Виды диффузии. 8.2. Закон Фика. Уравнение переноса вещества.
9. Уравнение Эйлера	9.1. Напряжения в идеальной жидкости. Уравнение Эйлера. Уравнение Эйлера в форме Громека. 9.2. Потенциальное движение жидкости.
10. Уравнение Бернулли	10.2. Интегралы Коши-Лагранжа и Бернулли. 10.3. Движение в каналах переменного сечения. 10.4. Истечение жидкости из сосуда через малое отверстие. 10.5. Внезапное расширение и сжатие потока.
11. Подобие процессов переноса	11.1. Подобие гидродинамических явлений. Критерии подобия. 11.2. Тепловое подобие. Критерии подобия теплового переноса. 11.3. Диффузионное подобие. Диффузионные критерии подобия.
Раздел 2. Частные случаи движения жидкости и газа	
12. Гидравлический удар	12.1. Гидравлический удар. Распространение малых возмущений в жидкости. 12.2. Уравнения акустики. Формула Жуковского. 12.3. Разрывы параметров течения. Ударная волна.
13. Кавитация	13.1. Кавитация. Растягивающие напряжения в жидкости. 13.2. Виды и модели кавитации.
14. Сопло Лавалья	14.1. Движение сжимаемого газа в трубе переменного сечения. Сопло Лавалья. 14.2. Сверхзвуковое движение газа.
15. Плоский потенциальный поток газа	15.1. Основные уравнения потенциального течения газа. 15.2. Дозвуковое обтекание тонкого профиля. 15.3. Сверхзвуковое обтекание клина. Косой скачок уплотнения. 15.4. Сверхзвуковое обтекание внешнего угла. 15.5. Обтекание пластины сверхзвуковым потоком.
16. Ламинарное и турбулентное движение	16.1. Ламинарное и турбулентное движение. Ламинарное движение в трубах. 16.2. Уравнения Рейнольдса для турбулентного течения. 16.3. Турбулентное движение вдоль безграничной пластины. 16.4. Модели турбулентности.
17. Пограничный слой	17.1. Пограничный слой. 17.2. Уравнение ламинарного пограничного слоя. 17.3. Ламинарный пограничный слой на пластине. 17.4. Ламинарный пограничный слой на крыловом профиле произвольной формы. 17.5. Переход ламинарного пограничного слоя в турбулентный. 17.6. Турбулентный пограничный слой. Профили скоростей. 17.7. Снижение сопротивления добавками.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 2, семестр – 3

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+ конт	Всего
Раздел 1.					
1. Сплошная среда	0,5		2	4	6,5
2. Основы гидростатики	1		4	6	11
3. Кинематика сплошной среды	1		3	8	12
4. Уравнение неразрывности	0,5		2	6	8,5
5. Законы сохранения импульса и момента импульса	1		3	7	11
6. Уравнения движения жидкости.	1		3	6	10
7. Закон сохранения энергии.	0,5		3	6	9,5
8. Диффузия	0,5		3	6	9,5
9. Уравнение Эйлера	1		3	8	12
10. Уравнение Бернулли	1		3	8	12
11. Подобие процессов переноса	1		4	6	11
Раздел 2.					0
12. Гидравлический удар	0,5		3	6	9,5
13. Кавитация	0,5		2	6	8,5
14. Сопло Лавала	0,5		3	6	9,5
15. Плоский потенциальный поток газа	0,5		3	8	11,5
16. Ламинарное и турбулентное движение	1		4	8	13
17. Пограничный слой	1		4	10	15
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	13		52	115	180

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Предмет гидромеханики. Сплошная среда и ее свойства: текучесть, сжимаемость, вязкость. Модели сплошной среды: идеальная, вязкая, сжимаемая и несжимаемая среда.
2. Силы, действующие в жидкости. Основное уравнение гидростатики.
3. Равновесие несжимаемой жидкости. Сообщающиеся сосуды.
4. Равновесие сжимаемого газа. Барометрическая формула.
5. Равновесие жидкости при наличии негравитационных массовых сил. Закон Архимеда.
6. Методы описания движения сплошной среды. Эйлеров и лагранжевый подходы. Локальная и полная производная по времени. Поле скоростей и ускорений. Линии тока и трубки тока.
7. Градиент скалярной функции. Поток и циркуляция векторного поля. Теорема Гельмгольца.
8. Тензор скоростей деформаций. Кубическое расширение. Скорость деформации сдвига.
9. Законы сохранения и их методологическое значение. Баланс субстанции в интегральном и дифференциальном виде. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности.
10. Движение в каналах переменного сечения.

11. Силы, действующие в жидкости. Напряжения в идеальной жидкости. Тензор напряжений.

12. Закон сохранения импульса. Уравнение движения в напряжениях.

13. Закон сохранения момента импульса. Симметричность тензора напряжений.

14. Обобщенный закон трения Ньютона. Уравнения Навье-Стокса движения вязкой несжимаемой жидкости.

15. Уравнения движения для разных моделей жидкости: идеальная, вязкая, сжимаемая, несжимаемая.

16. Теплопроводность. Перенос тепла. Виды теплообмена.

17. Закон Фурье. Закон сохранения энергии. Уравнение баланса энергии.

18. Диффузия. Виды диффузии. Закон Фика. Уравнение переноса вещества.

19. Напряжения в идеальной жидкости. Уравнения Эйлера движения идеальной жидкости. Уравнения Эйлера в форме Громека.

20. Потенциальное движение жидкости.

21. Интегралы Коши-Лагранжа и Бернулли.

22. Движение жидкости в каналах переменного сечения.

23. Истечение жидкости из сосуда через малое отверстие.

24. Внезапное расширение и сжатие потока. Потери на трение. Местные сопротивления.

25. Подобие гидродинамических явлений. Критерии подобия. Число Рейнольдса. Число Маха.

26. Тепловое подобие. Критерии подобия теплового переноса.

27. Диффузионное подобие. Диффузионные критерии подобия.

Раздел 2

28. Гидравлический удар. Распространение малых возмущений в жидкости.

29. Уравнения акустики. Формула Жуковского для гидроудара.

30. Разрывы параметров течения. Условия динамической совместности. Ударная волна.

31. Кавитация. Растягивающие напряжения в жидкости. Виды и модели кавитации.

32. Сопло Лаваля. Движение сжимаемого газа в трубе переменного сечения. Ускорение потока. Сверхзвуковое движение газа.

33. Основные уравнения потенциального течения газа.

34. Дозвуковое обтекание тонкого профиля.

35. Сверхзвуковое обтекание клина. Косой скачок уплотнения.

36. Сверхзвуковое обтекание внешнего угла.

37. Обтекание пластины сверхзвуковым потоком.

38. Ламинарное и турбулентное движение. Ламинарное движение в трубах.

39. Уравнения Рейнольдса для турбулентного течения.

40. Турбулентное движение вдоль безграничной пластины.

41. Модели турбулентности.

42. Пограничный слой.

43. Уравнение ламинарного пограничного слоя. Точные решения.

44. Ламинарный пограничный слой на пластине.

45. Ламинарный пограничный слой на крыловом профиле произвольной формы.

46. Переход ламинарного пограничного слоя в турбулентный.

47. Турбулентный пограничный слой. Профили скоростей.

48. Снижение сопротивления добавками.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

1. Основные физические свойства жидкости.

2. Давление в покоящейся жидкости.

3. Силы давления покоящейся жидкости на плоские стенки.

4. Силы давления жидкости на криволинейные стенки.
5. Закон Архимеда. Плавание тел.
6. Равновесие жидкости в движущихся сосудах.
7. Основные законы кинематики жидкости. Режимы движения жидкости.
8. Динамика идеальной жидкости. Уравнение Бернулли.
9. Истечение жидкости через отверстия и насадки.
10. Гидравлические сопротивления.
11. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. Гидродинамическое подобие и режимы течения жидкости.
12. Основы гидравлических расчетов напорных течений.

Контрольные работы по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

7.3. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1	
1.	Ламинарное и турбулентное движение. Ламинарное движение в трубах.
2.	Равновесие сжимаемого газа. Барометрическая формула.
3.	Вода движется по трубе со скоростью 10 м/с. Плотность воды 1000 кг/м ³ , скорость звука 1500 м/с. Рассчитать давление гидравлического удара по формуле Жуковского.

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Форма обучения – очная, Семестр 5

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-2	Организационно-учебная работа в аудитории	35
	Самостоятельная работа	5
	Контрольные работы по практике	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	10
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4-м учебном корпусе (г. Донецк, пр. Театральный, д. 13). Для проведения лекционных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете кафедры общей физики и дидактики физики (ауд. 220).

При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Повх И. Л. Техническая гидромеханика: учебник. Т. 1 / И. Л. Повх; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". – Донецк: ДонНУ, 2019. – Текст: электронный.
2. Основы механики сплошных сред: учебник / Недопекин Ф. В., Коваленко А. А., Андрийчук Н. Д., Гусенцова Я. А., Пилавов М. В. – Луганск: Издательство ЛНУ им. В. Даля, 2019. – 335 с. – Текст: электронный.
3. Моргунов К. П. Механика жидкости и газа: учебное пособие для вузов / К. П. Моргунов. – Санкт-Петербург: Лань, 2023, 208 с. – Текст: электронный.
4. Гусев, А. А. Механика жидкости и газа: учебник для академического бакалавриата / А. А. Гусев. — Москва: Юрайт. 2019. — 232 с.— Текст: электронный.
5. Пазушкина О. В. Гидравлика. Задания по гидростатике и гидродинамике: учебный практикум / О. В. Пазушкина; Ульянов. гос. техн. ун-т. – Ульяновск: УлГТУ, 2021. – 131 с. – Текст: электронный.
6. Гиргидов, А.Д. Механика жидкости и газа (гидравлика): учебник. – Москва: Инфра-М, 2020. – 703 с. – Текст: электронный.

11.2. Дополнительная литература

7. Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа / Л. Г. Лойцянский. – Москва: Наука, 1987. – 840 с. – Текст: непосредственный.
8. Лаврентьев М. А., Шабат В. В. Проблемы гидродинамики и их математические модели. – М.: Наука, 1973. – 416 с. – Текст: непосредственный.
9. Недопекин, Ф. В. Процессы переноса импульса, энергии и массы в сплошных средах / Ф.В. Недопекин. – Донецк: ДонНУ, 2013. – 421 с. – Текст: непосредственный.
10. Поздеев, А. Г. Гидростатика. Гидродинамика: учебное пособие / А. Г. Поздеев, Ю. А. Кузнецова. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2018. – 64 с. – Текст: электронный.

11. Ханефт, А. В. Основы механики сплошных сред в примерах и задачах: учебное пособие / А. В. Ханефт. – Кемерово: КемГУ, – Часть 1: Гидродинамика. – 2010. – 97 с. – Текст: электронный.
12. Александров Д. В. Введение в гидродинамику: учебное пособие / Д. В. Александров, А. Ю. Зубарев, Л. Ю. Исакова. – Екатеринбург: УрФУ, 2012. – 112 с. – Текст: электронный.
13. Бреховских Л. М., Гончаров В. В. Введение в механику сплошных сред. – М.: Наука, 1982. – 235 с. – Текст: непосредственный.
14. Импульсные струи жидкости высокой скорости и их применение / А. Н. Семко и др.; под общ. ред. Семко А. Н. – Донецк: ДонНУ, 2015. – 370 с. – Текст: непосредственный.
15. Потанин Е. П. Элементы гидродинамики: учебное пособие / Е. П. Потанин, В. Ф. Федоров. – Москва: НИЯУ МИФИ, 2012. – 56 с. Текст: электронный.
16. Мазо А. Б. Гидродинамика: учеб. Пособие для студентов нематематических факультетов / А. Б. Мазо, К. А. Поташев. – Казань: Казан. ун–т, 2013. – 128 с.– Текст: электронный.
17. Цуренко Ю.И. Гидромеханика. Гидравлика. Учебное пособие для студентов специальности 180100 – «Кораблестроение». и специализации 180116 «Проектирование и строительство сооружений верфи». Северодвинск, СЕВМАШВТУЗ, 2007 – 61 с. Текст: электронный.
18. Зезин, В.Г. Механика жидкости и газа: учебное пособие / В.Г. Зезин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 250 с. – Текст: электронный.
19. Андрижиевский, А. А. Механика жидкости и газа: учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования по техническим и технологическим специальностям / А. А. Андрижиевский. – Минск: БГТУ, 2014. – 203 с. – Текст: электронный.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019– . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000– . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014– . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно–библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно–библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016 – – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).