

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



П.А. Машаров

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ГИДРОМЕХАНИКИ

Укрупненная группа направлений подготовки	44.00.00 Образование и педагогические науки
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Профили подготовки	Физика и Информатика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная, заочная

Рабочая программа адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024 .

Рабочая программа дисциплины «Основы гидромеханики» для обучающихся по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (Профили: Физика и Информатика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 № 125 (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.



А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета.  
Протокол от 27.03.2024 г. № 2.  
Председатель



Ч. Котенко

Руководитель основной профессиональной  
образовательной программы.  
кандидат физико-математических наук  
26.03.2024 г.



А. В. Безус

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

базовая подготовка по физике и математике в объеме программы средней школы;

дисциплины программы бакалавриата:

*Элементарная физика;*

*Элементарная математика;*

*Общая и экспериментальная физика (модули: Механика, Молекулярная физика. Термодинамика, Электричество и магнетизм, Оптика, Физика атома и атомных явлений, Физика атомного ядра и частиц);*

*Общая и экспериментальная физика (Общий физический практикум;*

*Теоретическая физика (Теоретическая механика. Механика сплошных сред. Электродинамика сплошных сред. Физика конденсированного состояния. Физика фазовых переходов. Термодинамика и статистическая физика. Физическая кинетика);*

*Математический анализ;*

*Векторный и тензорный анализ;*

*Дифференциальные уравнения. Интегральные уравнения и вариационное исчисления;*

*Методы математической физики;*

*Экология.*

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

*Проблемы современной физики;*

*Пакеты прикладных программ (Вычислительная физика (практикум на ЭВМ));*

*Научный семинар;*

*Производственная: педагогическая практика по профилю 1;*

*Производственная: научно-исследовательская работа;*

*Производственная: преддипломная практика;*

*Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.*

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	44.03.05 Педагогическое образование (профиль: Физика и информатика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.3.2 Основы гидромеханики
Часть образовательной программы	Вариативная часть, формируемая участниками образовательных отношений
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контактная	всего	
Очная	4	8	36	18	-	54	108	экзамен
Заочная	3	5	6	4	-	98	108	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 осуществлять педагогическую деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	ПК-1.6 Способен осваивать и применять знания по физике, необходимые в преподавании физики на уровне основного, общего, среднего, среднего профессионального и дополнительного образования.	ПК-1.6.1 Знает экспериментальные и теоретические основы, основные понятия, законы и модели гидромеханики. ПК-1.6.2 Умеет аргументированно применять физические модели и методы гидромеханики при решении теоретических и прикладных задач.
	ПК-1.7 Способен решать задачи разного вида (качественные, количественные, экспериментальные) и использовать их в преподавании физики в учебных заведениях разного вида.	ОПК-1.7.1 Знает структуру задач разного вида и разные подходы к решению задач. ОПК-1.7.2 Умеет правильно соотносить содержание конкретных задач с общими законами физики, применять общие законы физики для решения конкретных задач в области физики и на междисциплинарных границах физики с другими областями знаний.

### 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
<b>Раздел 1. Основные уравнения механики сплошных сред</b>	
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.
<b>Раздел 2. Частные случаи движения жидкости и газа</b>	
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 – 3, семестр – 5

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+ конт	Всего
<b>Раздел 1.</b>					
1. Сплошная среда	2	2		2	6
2. Основы гидростатики	3	4		4	11
3. Кинематика сплошной среды	2	0,5		4	6,5
4. Уравнение неразрывности	2	0,5		2	4,5
5. Законы сохранения импульса и момента импульса	2	0,5		4	6,5
6. Уравнения движения жидкости.	2	1		4	7
7. Закон сохранения энергии.	2	0,5		3	5,5
8. Диффузия	2	0,5		3	5,5
9. Уравнение Эйлера	2	0,5		3	5,5
10. Уравнение Бернулли	2	4		4	10
11. Подобие процессов переноса	2	1		3	6
<b>Раздел 2.</b>					
12. Гидравлический удар	2	0,5		3	5,5
13. Кавитация	2			3	5
14. Сопло Лаваля	2			3	5
15. Плоский потенциальный поток газа	3	0,5		3	6,5
16. Ламинарное и турбулентное движение	2	2		3	7
17. Пограничный слой	2			3	5
<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>54</b>	<b>108</b>

### 6.2. Форма обучения – заочная, курс – 3, семестр – 5

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+ конт	Всего
<b>Раздел 1.</b>					
1. Сплошная среда	0,2	0,2		5,6	6
2. Основы гидростатики	0,4	1		5,6	7
3. Кинематика сплошной среды	0,4	0,2		6,4	7
4. Уравнение неразрывности	0,3	0,2		5,5	6
5. Законы сохранения импульса и момента импульса	0,3	0,2		6,5	7
6. Уравнения движения жидкости.	0,4	0,5		6,1	7
7. Закон сохранения энергии.	0,3	0,1		5,6	6
8. Диффузия	0,3	0,1		5,6	6
9. Уравнение Эйлера	0,3	0,1		5,6	6
10. Уравнение Бернулли	0,4	0,5		5,1	6
11. Подобие процессов переноса	0,4	0,2		5,4	6
<b>Раздел 2.</b>					
12. Гидравлический удар	0,3	0,1		5,6	6
13. Кавитация	0,3	0		5,7	6
14. Сопло Лаваля	0,3	0		5,7	6
15. Плоский потенциальный поток газа	0,5	0,1		6,4	7
16. Ламинарное и турбулентное движение	0,4	0,5		5,1	6
17. Пограничный слой	0,5			6,5	7
<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>98</b>	<b>108</b>

## 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 докладов (рефератов)

Не предусмотрены программой дисциплины

## 7.3. Темы письменных работ (типы задач)

1. Основные физические свойства жидкости.
2. Давление в покоящейся жидкости.
3. Силы давления покоящейся жидкости на плоские стенки.
4. Режимы движения жидкости.
5. Уравнение Бернулли.
6. Гидравлические сопротивления.
7. Истечение жидкости через отверстия и насадки.

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

## 7.4. 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<sup>3</sup>, 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	5
	Самостоятельная работа	25
	Контрольные работы по практике	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	20
<b>ИТОГО</b>		<b>60</b>
<b>Экзамен</b>		<b>40</b>
<b>Общий итог за семестр</b>		<b>100</b>

### 8.2. Форма обучения – заочная, Семестр 5

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-2	Организационно-учебная работа в аудитории	5
	Самостоятельная работа	35
	Контрольная работа по теоретическому материалу	20
<b>ИТОГО</b>		<b>60</b>
<b>Экзамен</b>		<b>40</b>
<b>Общий итог за семестр</b>		<b>100</b>

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		зачтено
60-69	E	удовлетворительно	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. Искакова. – 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.

## 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).