

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Физико-технический факультет
Кафедра физики неравновесных процессов,
метрологии и экологии им. И.Л. Повха



УТВЕРЖДАЮ
проректор

П.А. Машаров

П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ГИДРОГАЗОДИНАМИКА

Укрупненная группа направлений
подготовки
Программа высшего образования
Направление подготовки
Профиль
Квалификация
Форма обучения

20.00.00 Техносферная безопасность и
природообустройство
Программа бакалавриата
20.03.01 Техносферная безопасность
Техносферная безопасность
Бакалавр
Очная, заочная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Гидрогазодинамика» для обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (Профиль: Техносферная безопасность), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 25 мая 2020 г. N 680 (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 кафедры физики неравновесных процессов, метрологии и экологии им. И.Л. Повха.
к.ф.-м.н.

Н.В. Финошин

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры физики неравновесных процессов, метрологии и экологии им. И.Л. Повха
Протокол от 26.03.2024 г. № 17

Заведующий кафедрой

П.В. Асланов

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

Руководитель основной профессиональной образовательной программы,
доц., канд. физ.-мат. наук, ст. научн. сотр.
26.03.2024 г.

П.В. Асланов

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 бакалавриата: Высшая математика, Физика, Информатика и информационно-коммуникационные технологии.

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

дисциплины программы бакалавриата: Производственная практика: научно-исследовательская работа, Преддипломная практика, Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	20.03.01 Техносферная безопасность (Профиль: Техносферная безопасность)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.М5.3 Гидрогазодинамика
Часть образовательной программы	Базовая (обязательная) часть
Количество зачетных единиц / всего часов	5 / 180

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	2	4	32	32	32	84	180	экзамен
Заочная	3	5	6	6	7	161	180	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области гидрогазодинамики, необходимых для дальнейшей профессиональной деятельности, формирование способности находить творческие, нестандартные решения гидрогазодинамических задач, используя при этом современные компьютерные и информационные технологии.

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

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития	ОПК-1.1. Использует представления о физических состояниях жидкостей и газов при	ОПК-1.1.1. Знает физические законы, определяющие движение сплошной среды.

<p>техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области в профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека</p>	<p>равновесном и подвижном состояниях, закономерностях равновесия и движения жидкостей для решения прикладных задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека</p>	<p>ОПК-1.1.2. Знает методику проведения физических экспериментов по измерению параметров гидродинамических течений. ОПК-1.1.3. Умеет определять возможность применения гидродинамического описания. ОПК-1.1.4. Умеет использовать основные принципы построения уравнений газовой динамики.</p>
	<p>ОПК-1.2. Демонстрирует знания основных физико-математических моделей и методов описания гидро- и газодинамических течений, использует методы и методологию гидрогазодинамического расчета</p>	<p>ОПК-1.2.1. Знает основные физико-математические модели и методы описания гидро- и газодинамических течений. ОПК-1.2.2. Знает методы и методологию гидрогазодинамического расчета. ОПК-1.2.3. Умеет физически интерпретировать математический аппарат гидрогазодинамики. ОПК-1.2.4. Умеет использовать основные принципы построения уравнений газовой динамики и уравнений состояния.</p>

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Тема 1. Предмет и задачи гидрогазодинамики. Свойства жидкостей и газов	<p>1.1. Определение цели и задач ГГД, объекта и базы для ее изучения. 1.2. Жидкости и газы как объекты изучения в ГГД. 1.3. Отличительные свойства жидкостей и газов: текучесть, сжимаемость, вязкость. 1.4. Гипотеза Ньютона о молекулярном трении в жидкости, вязкостное (касательное) напряжение, динамическая и кинематическая вязкость. 1.5. Ньютоновские и неньютоновские жидкости</p>
Тема 2. Общие законы и уравнения гидростатики	<p>2.1. Силы, действующие в жидкости. 2.2. Свойства гидростатического давления. 2.3. Сила давления на плоские и криволинейные стенки. 2.4. Дифференциальные уравнения Эйлера.</p>
Тема 3. Характеристики потока. Режимы течения	<p>3.1. Пространственно-временное поле скоростей, установившиеся и неуставившиеся течения. 3.2. Гидравлические характеристики потока. 3.3. Уравнение неразрывности потока. 3.4. Режимы течения.</p>
Тема 4. Основные уравнения динамики	<p>4.1. Закон сохранения массы и уравнение неразрывности (сплошности) в интегральной и дифференциальной формах.</p>

	<p>4.2. Частные случаи уравнения неразрывности для несжимаемой жидкости и для установившегося течения сжимаемой жидкости.</p> <p>4.3. Обобщенная гипотеза Ньютона о связи между напряжениями и скоростями деформаций (закон Стокса).</p> <p>4.4. Уравнения движения Навье-Стокса.</p>
Тема 5. Одномерные потоки жидкости	<p>5.1. Одномерная модель и приведение к ней плавно изменяющихся течений напорных и безнапорных потоков.</p> <p>5.2. Обобщение уравнения Бернулли для потока вязкой жидкости.</p> <p>5.3. Гидравлические сопротивления, их физическая природа и классификация.</p> <p>5.4. Сопротивления по длине для напорных и безнапорных потоков.</p> <p>5.5. Данные о гидравлическом коэффициенте трения. Зоны сопротивления. Наиболее употребительные формулы для гидравлического коэффициента трения.</p> <p>5.6. Местные гидравлические сопротивления, основная формула. Зависимость коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса и геометрических параметров русла.</p> <p>5.7. Виды местных сопротивлений. Истечение жидкости и газа через отверстия и насадки.</p> <p>5.8. Гидроудар.</p>
Тема 6. Характерные масштабы турбулентности при наличии силы тяжести	<p>6.1. Характерные масштабы турбулентности в стратифицированной среде.</p> <p>6.2. Характеристики турбулентного пограничного слоя в стратифицированной среде</p>

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 2, семестр – 4

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего
Тема 1. Предмет и задачи гидрогазодинамики. Свойства жидкостей и газов	2	2	2	8	14
Тема 2. Общие законы и уравнения гидростатики	6	6	6	16	34
Тема 3. Характеристики потока. Режимы течения	6	6	6	16	34
Тема 4. Основные уравнения динамики	6	6	6	16	34
Тема 5. Одномерные потоки жидкости	8	8	8	18	42
Тема 6. Характерные масштабы турбулентности при наличии силы тяжести	4	4	4	10	22
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР /курс	32	32	32	84	180

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

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего

Тема 1. Предмет и задачи гидрогазо-динамики. Свойства жидкостей и газов	1	1		15	17
Тема 2. Общие законы и уравнения гидростатики	1	1	1	30	33
Тема 3. Характеристики потока. Режимы течения	1	1	1	30	33
Тема 4. Основные уравнения динамики	1	1	2	30	34
Тема 5. Одномерные потоки жидкости	1	1	2	36	40
Тема 6. Характерные масштабы турбулентности при наличии силы тяжести	1	1	1	20	23
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР /курс	6	6	7	161	180

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

- 7.1. Контрольные вопросы
1. Силы, действующие в жидкости на вращающейся Земле.
 2. Центробежное ускорение.
 3. Ускорение Кориолиса.
 4. Связь между метеорологическими производными.
 5. Расчет производных методом конечных разностей.
 6. Основные уравнения гидротермодинамики идеальной жидкости.
 7. Основное уравнение движения атмосферы.
 8. Основное уравнение движения в натуральных координатах.
 9. Основное уравнение движения в стандартных координатах.
 10. Основное уравнение движения в сферических координатах.
 11. Уравнение свободной поверхности.
 12. Понятие о волновых движениях в атмосфере.
 13. Движение частиц жидкости в стоячих волнах бесконечной глубины.
 14. Движение частиц жидкости в прогрессивной волне.
 15. Особенности распространения волн конечной глубины.
 16. Скорость волны бесконечной и конечной глубины.
 17. Скорость волны на поверхности раздела двух жидкостей.
 18. Скорость волн на поверхности жидкости.
 19. Общий вид барометрической формулы.
 20. Высота изобарической поверхности (формула Бабиня, барическая ступень).
 21. Наклон изобарической поверхности к горизонтальной.
 22. Локальные изменения давления.
 23. Локальные изменения геопотенциальных высот изобарических поверхностей.
 24. Геопотенциал. Геопотенциальная высота.
 25. Барометрическая формула геопотенциала.
 26. Относительный геопотенциал.
 27. Абсолютный геопотенциал.
 28. Градиентный ветер.
 29. Равновесие сил в циклоне и антициклоне.
 30. Циклострофический ветер в циклоне.
 31. Циклострофический ветер в антициклоне.
 32. Геоострофический ветер.
 33. Изменение геоострофического ветра с высотой.
 34. Термический ветер.

35. Высота обращения ветра.
36. Геострофическая адвекция.
37. Агеострофическое движение.
38. Циркуляция.
39. Вихрь.

7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по практике темам:

- расчет расхода воздуха в горизонтальной трубе;
- расчет поля температуры в слоисто-стратифицированной среде.

Контрольная работа 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 по дисциплине включает в себя 2 теоретических вопроса и 3 тестовых задания.

Дайте развернутый ответ на следующие вопросы:

1. Плотность и сжимаемость движущейся среды.
2. Структура потока в трубах. Переход ламинарного движения в турбулентное.

Дайте ответы на тестовые задания:

1. Какие силы, действующие в жидкости, зависят от вращения Земли?

- а) сила тяжести;
- б) сила Кориолиса;
- в) сила барического градиента;
- г) сила трения.

2. От каких параметров не зависит ускорение Кориолиса?

- а) Угловая скорость вращения Земли;
- б) барический градиент;
- в) широта места.

3. Скорость движения

- а) Ж.Понселе;
- б) Ф.Вёлер;
- в) А.Гриффитс;
- г) Р.Гук.

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. Семестр 4 очная форма обучения

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-2	Организационно-учебная работа в аудитории	35
	Самостоятельная работа	15
	Контрольная работа по теоретическому материалу	10

ИТОГО	60
Экзамен	40
Общий итог за семестр	100

8.2. Семестр 5 заочная форма обучения

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-2	Организационно-учебная работа в аудитории	15
	Самостоятельная работа	35
	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 по дисциплине «Гидрогазодинамика» проводятся в 4-м учебном корпусе (г. Донецк, пр. Театральный, д. 13) университета. Для проведения лекционных и практических 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 8-го учебного корпуса (ауд. 105), материально-техническую базу учебной лаборатории кафедры «Коммерция и таможенное дело».

В процессе обучения студенты имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине «Гидрогазодинамика», размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний, обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Болонов, Н. И. Модели абиотических компонент экосистемы: учеб. пособие. Ч. 2: Статика атмосферы и океана / Н. И. Болонов, Т. Н. Фадеева; Донецкий нац. ун-т. - Донецк: ДонНУ, 2007. - 125 с.
2. Свободноконвективные течения, тепло- и массообмен : В 2 кн. Кн. 1 / Б. Гебхард, Й. Джалурия, Р. Л. Махаджан и др. ; пер. с англ.: С. Л. Вишневецкий и др. ; под ред. О. Г. Мартыненко. - М.: Мир, 1991. - 679 с.
3. Свободноконвективные течения, тепло- и массообмен : В 2 кн. Кн. 2 / Б. Гебхард, Й. Джалурия, Р. Л. Махаджан и др. ; пер. с англ.: В. Ф. Алымов и др. ; под ред. О. Г. Мартыненко. - М.: Мир, 1991. - 528 с.
4. Болонов, Н. И. Магнитная гидродинамика: Текст лекций. Ч. 1 / Донецкий гос. ун-т.; Н. И. Болонов. - Донецк, 1975. - 44 с.

5. Себиси, Т. Конвективный теплообмен: физ. основы и вычисл. методы / Т. Себиси, П. Брэдшоу; Пер. с англ. С. С. Ченцова, В. А. Хохрякова; Под ред. У. Г. Пирумова. - М.: Мир, 1987. - 590 с.
6. Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа: (Учеб. для вузов по специальности «Механика») / Л. Г. Лойцянский. - 4-е изд. - М.: Наука, 1973. - 847 с.
7. Повх, И. Л. Техническая гидромеханика: / И. Л. Повх. - 2-е изд. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1976. - 502 с.
8. Прандтль, Л. Гидроаэромеханика / Л. Прандтль. - 2-е изд. - М.: НИЦ «Регуляр. и хаотич. динамика»; Ижевск, 2000. - 576 с.

11.2. Дополнительная литература

1. Болонов Н. И. Методические указания к изучению спецкурса «Основы геофизической гидродинамики». – Донецк: ДонГУ. – 1991 г. – 72 с.
2. Бай Ши-и. Магнитная гидродинамика и динамика плазмы. – Москва: Мир. – 1964 г. – 304 с.
3. Монин А. С. Теоретические основы геофизической гидродинамики. – Л.: Гидрометеиздат. – 1988 г. – 424 с.
4. Бруцкий Е. В. Теория атмосферной диффузии радиоактивных выбросов. – Киев. – 2000 г. – 444 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Российская государственная библиотека (ФГБУ РГБ).** – URL: <http://rsl.ru> – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
3. **Российская национальная библиотека.** – URL: <http://nlr.ru> – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
4. **Библиотека академии наук.** – URL: <http://benran.ru> – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **Библиотека по естественным наукам РАН.** – URL: <http://viniti.ru> – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ).** – URL: <http://gpntb.ru> – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
7. **Электронный каталог Научной библиотеки Донецкого государственного университета.** – Донецк: НБ ДонГУ, – URL: <http://catalog.donnu.education>. – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
8. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016– URL: <http://library.donnu.ru/> – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
9. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> – Режим доступа: свободный.
10. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014 – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
11. Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
12. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

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).