

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

**Институт транспорта и логистики
Кафедра «Гидрогазодинамики»**



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА»

По направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Профиль «Двигатели внутреннего сгорания»

Луганск – 2023

Лист согласования рабочей программы учебной дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) «Механика жидкости и газа». – 18 с.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) «Механика жидкости и газа» разработана с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 145.

СОСТАВИТЕЛЬ:

д-р. техн. наук, профессор, профессор кафедры гидрогазодинамики Сёмин Д.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры «Гидрогазодинамики» 12 04 2023г., протокол № 9

Заведующий кафедрой  Я.И.Мальцев

Переутверждена: «___» _____ 202_ г., протокол № __

Согласована (для обеспечивающей кафедры):

Директор института транспорта и логистики  В.В. Быкадоров

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института транспорта и логистики
« 14 » 04 2023 г., протокол № 8

Председатель учебно-методической
комиссии института



Е.И.Иванова

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины – овладение методологией и приобретение практических навыков применения фундаментальных теорем и законов механики жидкости и газа при решении теоретических и прикладных задач гидро- и газодинамики.

Задачи: изучение и усвоение основных теорем и законов механики жидкости и газа, их математической формулировки, методологии постановки и решения теоретических и инженерных задач.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Механика жидкости и газа» входит в обязательную часть модуля профессиональных дисциплин.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знания дифференциального и интегрального исчисления, векторной алгебры и теории поля, основных теорем и законов теоретической механики, физических законов газов;

умения применять законы механики для решения теоретических задач;

навыки методологии постановки и решения задач механики.

Основывается на базе дисциплин: физика, математика, теоретическая механика.

Является основой для изучения следующих дисциплин: основы газовой динамики комбинированных двигателей, теория рабочих процессов ДВС, агрегаты наддува ДВС, волновые обменники давления.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-4. Способен применять в расчетах теоретические основы рабочих процессов энергетических машинах и установках	ОПК-4.3. Владеет методиками анализа, расчета и моделирования рабочих процессов в энергетических машинах и установках.	Знать гидравлические расчёты и методы измерения основных гидравлических характеристик, оценку эффективности использования того или иного типа гидрооборудования. Уметь применять основные законы гидрогазодинамики при разработке энергоэффективных машин, установок, двигателей и аппаратов по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии. Владеть навыками применения законов гидрогазодинамики при разработке энергоэффективных машин.
---	---	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	108 (3,0 зач. ед)	108 (3,0 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	51	10
Лекции	34	6
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия		
Лабораторные работы	17	4
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	57	98

Итоговая аттестация	зачет	зачет
---------------------	-------	-------

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Основы молекулярно-кинетической теории (МКТ) жидкостей и газов.

Атомно-молекулярная структура жидкого и газообразного состояния вещества. Гипотеза сплошности среды. Основные физические свойства и физико-механические характеристики жидкостей и газов.

Тема 2. Гидростатика.

Напряженное состояние жидкости. Силы, действующие в жидкости. Свойства напряжений в покоящейся жидкости. Гидростатическое давление. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости в поле действия массовых сил. Интегралы уравнений Эйлера для абсолютного и относительного покоя. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Абсолютное, избыточное, вакуумметрическое давление. Силы давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности.

Тема 3. Кинематика жидкости.

Методы гидромеханики Лагранжа и Эйлера. Линии тока и траектории. Трубки тока. Уравнение неразрывности движения для трубки тока. Расход жидкости. Уравнение неразрывности в дифференциальной форме. Общий характер движения жидкой частицы. Теорема Коши-Гельмгольца. Основные понятия вихревого движения. Вихревые линии и вихревые трубки. 2-я теорема Гельмгольца. Циркуляция скорости. Теорема Стокса.

Тема 4. Динамика идеальной жидкости.

Уравнения движения идеальной жидкости. Уравнение движения идеальной жидкости в форме Эйлера и в форме Громеки -Ламба. Виды движений приводящих к интегралу Бернулли-Эйлера. Энергетический и геометрический смысл интеграла Бернулли.

Тема 5. Потенциальные течения. Плоские потоки несжимаемой жидкости. Функция тока и гидродинамическая сетка. Общие свойства потенциальных течений. Постановка гидродинамической задачи. Принцип суперпозиции для потенциальных течений. Комплексный потенциал потенциальных течений и его свойства. Простейшие плоские потенциальные течения. Равномерный поток. Источник. Сток. Плоский вихрь. Вихреисточник. Вихресток. Диполь. Бесциркуляционное обтекание круглого цилиндра плоским потенциальным потоком. Обтекание круглого цилиндра с циркуляцией плоским потенциальным потоком. Формулы Чаплыгина для главного вектора и главного момента для обтекаемого цилиндрического тела. Метод конформных отображений. Характеристическая функция Жуковского. Отображения концентрических окружностей с помощью функции Жуковского. Обтекание гладкой плоской пластины потенциальным потоком. Постулат Жуковского-Чаплыгина. Крыловые профили Жуковского.

Тема 6. Одномерные течения идеального газа.

Скорость распространения возмущений в упругих средах. Скорость звука в газах, число Маха-Маиевского. Уравнение Гюгонио для элементарной струйки газа. Интеграл Бернулли для случая адиабатического течения газа. Докритический, критический и сверхкритический режимы истечения газа. Формула Сен-Венана и Ванцеля. Массовый расход при истечении. Сопло Лавалю. Погрешности расчета параметров газа по формулам несжимаемой жидкости. Сверхкритический режим истечения газа. Связь между параметрами потока и параметрами торможения. Сопло Лавалю. Режимы истечения. Расчетный режим истечения и соотношения его определяющие. Распространение возмущений конечной амплитуды. Плоская ударная волна и прямой скачок уплотнения - понятие, основные расчетные зависимости. Адиабата Гюгонио. Изменение параметров газа при прохождении через прямой скачок уплотнения. Измерения пневматическим насадком в сверхзвуковом потоке. Косой скачок уплотнения.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	<i>Тема 1. Основы молекулярно-кинетической теории (МКТ) жидкостей и газов.</i> Атомно-молекулярная структура жидкого и газообразного состояния вещества.	2	1

	Гипотеза сплошности среды. Основные физические свойства и физико-механические характеристики жидкостей и газов .		
2	<i>Тема 2. Гидростатика.</i> Напряженное состояние жидкости. Силы, действующие в жидкости. Свойства напряжений в покоящейся жидкости. Гидростатическое давление. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости в поле действия массовых сил. Интегралы уравнений Эйлера для абсолютного и относительного покоя. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Абсолютное, избыточное, вакуумметрическое давление. Силы давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности.	7	1
3	<i>Тема 3. Кинематика жидкости.</i> Методы гидромеханики Лагранжа и Эйлера. Линии тока и траектории. Трубки тока. Расход жидкости. Уравнение неразрывности движения для трубки тока. Уравнение неразрывности в дифференциальной форме. Общий характер движения жидкой частицы. Теорема Коши-Гельмгольца. Основные понятия вихревого движения. Вихревые линии и вихревые трубки. 2-я теорема Гельмгольца. Циркуляция скорости. Теорема Стокса.	4	1
4	<i>Тема 4. Динамика идеальной жидкости.</i> Свойства напряжений в движущейся невязкой жидкости. Гидродинамическое давление. Уравнение движения идеальной жидкости в форме Эйлера и в форме Громеки-Ламба. Виды движений приводящих к интегралу Бернулли-Эйлера. Энергетический и геометрический смысл интеграла Бернулли.	11	1
5	<i>Тема 5. Потенциальные течения.</i> Плоские потоки несжимаемой жидкости. Функция тока и гидродинамическая сетка. Общие свойства потенциальных течений. Постановка гидродинамической задачи. Принцип суперпозиции для потенциальных течений. Комплексный потенциал потенциальных течений и его свойства. Простейшие плоские потенциальные течения. Равномерный поток. Источник. Сток. Плоский вихрь. Вихреисточник. Вихресток. Диполь. Бесциркуляционное обтекание круглого цилиндра плоским потенциальным потоком. Обтекание круглого цилиндра с циркуляцией плоским потенциальным потоком. Формулы Чаплыгина для главного вектора и главного момента для обтекаемого цилиндрического тела. Метод конформных отображений. Характеристическая функция Жуковского. Отображения концентрических окружностей с помощью функции Жуковского. Обтекание гладкой плоской пластины потенциальным потоком. Постулат Жуковского-Чаплыгина. Крыловые профили Жуковского.	6	1
6	<i>Тема 6. Одномерные течения идеального газа.</i> Скорость распространения возмущений в упругих средах. Скорость звука в газах, число Маха-Маиевского. Уравнение Гюгонио для элементарной струйки газа. Интеграл Бернулли для случая адиабатического течения газа. Докритический, критический и сверхкритический режимы истечения газа. Формула Сен-Венана и Ванцеля.	4	1

	Массовый расход при истечении. Сопло Лаваля. Погрешности расчета параметров газа по формулам несжимаемой жидкости. Сверхкритический режим истечения газа. Связь между параметрами потока и параметрами торможения. Сопло Лаваля. Режимы истечения. Расчетный режим истечения и соотношения его определяющие. Распространение возмущений конечной амплитуды. Плоская ударная волна и прямой скачок уплотнения - понятие, основные расчетные зависимости. Адиабата Гюгонио. Изменение параметров газа при прохождении через прямой скачок уплотнения. Измерения пневматическим насадком в сверхзвуковом потоке. Косой скачек уплотнения		
	Итого:	34	6

4.4. Практические занятия

Нет в плане

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Л.р.№1. Основные физические свойства жидкостей и газов. Приборы для измерения плотности и вязкости.	2	0,5
2	Л.р.№2. Приборы для измерения давления. Тарировка механического манометра.	2	1
3	Л.р.№3. Относительный покой жидкости во вращающемся сосуде.	2	0,5
4	Л.р.№4. Определение закономерности распределения давления по поверхности цилиндра, помещенного в прямолинейный поток.	2	0,5
5	Л.р.№5. Определение подъемной силы, действующей на вращающийся цилиндр в прямолинейном потоке.	3	0,5
6	Л.р.№6. Определение подъемной силы и основных аэродинамических характеристик крылового профиля	3	0,5
7	Л.р.№7. Определение характеристик сопла при переменном режиме работы	3	0,5
	Итого:	17	4

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Основные физические свойства жидкостей и газов. Решение задач на основное уравнение гидростатики. Относительный покой жидкости.	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Работа с конспектом лекций. Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам и к экзамену.	11	20
2	Определение сил давления жидкости на		11	20

	плоские и криволинейные поверхности.			
3	Решение задач на применение интеграла Бернулли.		11	20
4	Решение задач на сложение потенциальных потоков		12	20
5	Решение задач на докритическое и сверхкритическое истечение газа.		12	18
	Итого:		57	98

4.7. Курсовой проект. Учебным планом не предусмотрено.

5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Механика жидкости и газа» используются следующие образовательные технологии:

1. Информационно-развивающие технологии.
2. Развивающие проблемно-ориентированные технологии.
3. Личностно ориентированные технологии обучения.

Форма организации обучения Методы	Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа студента
Работа в команде		+	
Игра	+	+	
Методы проблемного обучения	+		+
Обучение на основе опыта	+	+	
Опережающая самостоятельная работа	+	+	+
Поисковый метод			+

6. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Андрижиевский А. А. Механика жидкости и газа: учебное пособие / А. А. Андрижиевский. - Минск: Высшая школа, 2014. - 206 с. - ISBN 978-985-06-2509-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1010252>

2. Куповых Г.В. Основы гидромеханики: учеб. пособие / Г.В. Куповых. Д.В. Тимошенко; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. - 143 с. - ISBN 978-5-9275-2920-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1039764>

3. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа [Текст]: учебник / Л. Г. Лойцянский. - 7-е изд., испр. - Москва: Дрофа, 2003. - 840 с. - (Классики отечественной науки). - 160 р.
Емцев Б. Т. Техническая гидромеханика [Текст]: учебник / Б. Т. Емцев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Машиностроение, 1987. - 440 с. - 1 р. 30 к.

4. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы [Текст]: учебник / Т. М. Башта [и др.]. - 2-е изд., перераб. - Москва: Машиностроение, 1982. - 423 с. - Авт. указаны на обороте тит. л.; Библиогр.: с. 418. - 1 р. 20 к.

б) дополнительная литература:

5. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа [Текст] : учебник / Л. Г. Лойцянский. - 7-е изд., испр. - Москва : Дрофа, 2003. - 840 с. - (Классики отечественной науки). - 160 р.

6. Емцев Б. Т. Техническая гидромеханика [Текст] : учебник / Б. Т. Емцев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 1987. - 440 с. - 1 р. 30 к.

7. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы [Текст] : учебник / Т. М. Башта [и др.]. - 2-е изд., перераб. - Москва : Машиностроение, 1982. - 423 с. - Авт. указаны на обороте тит. л.; Библиогр.: с. 418. - 1 р. 20 к.

в) методические указания

8. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Механика жидкости и газа» для студентов по направлению подготовки «Энергетическое машиностроение».[Электронный ресурс] / Сост. Сёмин Д.А., Левашов А.Н. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.Даля. 2018 – 32 с.

г) интернет-ресурсы:

Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru/>

Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>

Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>

Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru/>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются презентационная техника (проектор, экран, ноутбук), наборы слайдов (либо раздаточный материал в бумажном виде) или кинофильмов; демонстрационные приборы и лабораторные стенды кафедры «Гидрогазодинамика».

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	FirefoxMozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	MozillaThunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	FarManager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический	GIMP (GNU Image	http://www.gimp.org/

редактор	Manipulation Program)	http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине

«Механика жидкости и газа»

Описание уровней сформированности и критериев оценивания компетенций на этапах их формирования в ходе изучения дисциплины

Этап	Код компетенции	Уровни сформированности компетенции	Критерии оценивания компетенции
Начальный	ОПК-4. Способен применять в расчетах теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и установках	Базовый	Знание гидравлических расчётов и методов измерения основных гидравлических характеристик, оценку эффективности использования того или иного типа гидрооборудования.
Основной		Повышенный	Умение применять основные законы гидрогазодинамики при разработке энергоэффективных машин, установок, двигателей и аппаратов по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии.
Заключительный		Высокий	Владение навыками применения законов гидрогазодинамики при разработке энергоэффективных машин

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования(семестр изучения)
1.	ОПК-4	ОПК-4. Способен применять в расчетах теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и установках	ОПК-4.3. Владеет методиками анализа, расчета и моделирования рабочих процессов в энергетических	Тема 1. Основы молекулярно-кинетической теории (МКТ) жидкостей и газов. Тема 2. Гидростатика.	4

			машинах и установках.	Тема 3. Кинематика жидкости.	
				Тема 4. Динамика идеальной жидкости.	
				Тема 5. Потенциальные течения.	
				Тема 6. Одномерные течения идеального газа.	

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ОПК-4	ОПК-4.3. Владеет методиками анализа, расчета и моделирования рабочих процессов в энергетических машинах и установках.	Знание гидравлических расчётов и методов измерения основных гидравлических характеристик, оценку эффективности использования того или иного типа гидрооборудования. Умение применять основные законы гидрогазодинамики при разработке энергоэффективных машин, установок, двигателей и аппаратов по производству, преобразованию и потреблению различных форм энергии. Владение навыками применения законов гидрогазодинамики при разработке энергоэффективных машин.	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по лабораторным занятиям, вопросы к промежуточной аттестации

Оценочные средства по дисциплине «Механика жидкости и газа»

Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала (устно или письменно) (базовый уровень):

1. Какая феноменологическая модель используется для установления законов механики жидкостей и газов?
2. Дайте определение понятиям «сплошность» и «текучесть» среды.
3. В чем суть гипотезы сплошности жидкостей и газов?
4. Какими количественными параметрами характеризуются сплошность и текучесть жидкостей и газов? Приведите соотношения для этих физических величин.

5. Каковы основные свойства жидкостей и газов? Укажите соотношения их определяющие.
6. Какие физические явления определяют вязкость в капельных жидкостях и газах?
7. Объясните влияние температуры на вязкость жидкостей и газов.
8. На какие виды подразделяются силы, действующие в жидкостях и газах и каковы соотношения их определяющие?
9. Дайте определения гидростатическому напряжению и гидростатическому давлению, перечислите их свойства.
10. Запишите основное уравнение гидростатики.
11. Какое давление называют абсолютным, избыточным, вакуумметрическим?
12. Объясните сущность гидростатического парадокса.
13. Какая поверхность называется «поверхностью уровня» и каковы ее свойства?
14. Объясните принцип действия механического манометра на основе трубки Бурдона.
15. Объясните достоинства и недостатки механических манометров.
16. Что такое класс точности прибора?
17. Объясните цель поверки прибора.
18. Чем характеризуются основные режимы движения жидкости?
19. Как вычислить число Рейнольдса?
20. Каков физический смысл числа Рейнольдса?
21. Запишите уравнение Д.Бернулли для потока идеальной и реальной жидкостей, укажите разницу между ними.
22. Какой физический закон отражает уравнение Д.Бернулли?
23. Каков физический смысл коэффициента кинетической энергии Кориолиса?
24. Каковы значения коэффициента кинетической энергии Кориолиса для ламинарного и турбулентного режимов течения?
25. Как измеряется расход трубкой Вентури?
26. Что такое средняя скорость потока?
27. Должен ли работать насос при выполнении замеров?
28. Какие физические величины измеряются пьезометром и трубкой Пито?
29. До какой высоты могут подняться уровни жидкости в пьезометрах и трубках Пито?
30. Могут ли быть (и, если да, то когда) показания пьезометров и трубок полного напора одинаковыми?
32. Может ли полный напор в последующем сечении быть большим, чем в предыдущем?
33. На каком из участков – сужающемся или расширяющемся потери напора больше?
34. Будут ли отличаться показания пьезометров и трубок Пито, при изменении расхода на одну и ту же величину вентилями, установленными на входе или на выходе канала переменного сечения? Изменится ли при этом разность показаний пьезометра и трубки Пито в каждом из рассматриваемых сечений?
35. Какова должна быть разность показаний пьезометра и трубки Пито для сечений с одинаковой площадью?
36. Объясните причину потерь напора при течении жидкости и какая установлена классификация потерь?
37. Какая существует зависимость потерь напора от скорости при разных режимах?
38. От чего зависит коэффициент гидравлического трения?
39. Что такое гидравлически гладкие трубы?
40. Что такое местное сопротивление?
41. От чего зависит коэффициент местных сопротивлений?
42. Как определяется средняя скорость в сечении?
43. От чего зависит перепад уровней в дифференциальном пьезометре, подключенном к гидравлическому сопротивлению?
44. К какому классу гидромашин относятся центробежные насосы?
45. Каков принцип работы центробежного насоса?
46. Что такое напор, подача, мощность, КПД центробежного насоса?
47. Приведите пример типичной рабочей характеристики центробежного насоса.
48. Что входит в состав энергетических испытаний центробежного насоса?

49. Для чего предназначены верхнее и нижнее отверстия в корпусе центробежного насоса?
50. Что нужно сделать перед запуском центробежного насоса?
51. Какие величины необходимо измерять при энергетических испытаниях центробежного насоса?
52. Каким образом осуществляется заливка центробежного насоса?
53. Как регулируют режим работы центробежного насоса?
54. К какому классу гидромашин относятся шестеренные насосы?
55. Устройство и принцип действия шестеренного насоса. Основные параметры.
56. Назначение и работа лабораторной установки.
57. Как измеряются опытные величины?
58. Каков порядок проведения испытаний?
59. От чего зависит подача шестеренного насоса?
60. Какие потери мощности оценивает механический КПД шестеренного насоса?
61. Как определить расход через предохранительный клапан?
62. Каковы устройство и принцип действия гидроцилиндров?
63. Что учитывает механический КПД силового гидроцилиндра?
64. Каким образом поддерживается постоянная скорость движения поршня при изменении нагрузки?
65. Каково назначение обратного клапана?
66. Расскажите о работе гидропривода на различных этапах цикла.
Задачи (высокий уровень)
67. Обобщенный потенциал $w(z)=2z$. Найти потенциалы скорости и функции тока и построить гидродинамическую сетку течения.
68. Найти скорость и массовый расход воздуха при его истечении из емкости в атмосферу. Температура и избыточное давление в емкости, соответственно $t=20^{\circ}\text{C}$, $p=5\cdot 10^4$ Па. Атмосферное давление $p_{\text{atm}}=101325$ Па, диаметр сопла $d=10$ мм.
69. Задача

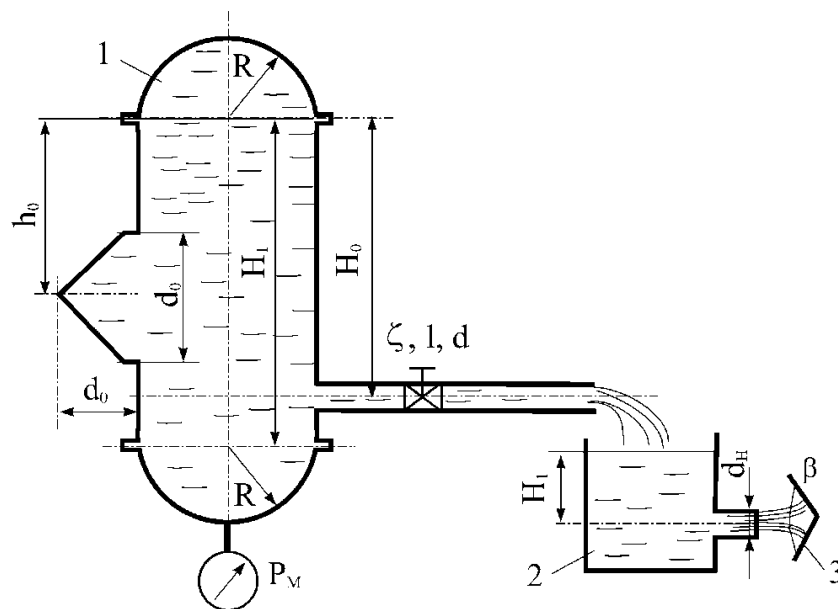


Рисунок 1 – Схема задания

Цилиндрический резервуар 1 с полусферической верхней и нижней крышками радиусом R , имеет боковой конический люк с диаметром основания d_0 . Резервуар 1 соединяется с резервуаром 2 трубопроводом, изготовленным из свинцовой¹ трубы длиной l и диаметром d . В нём установлена задвижка с коэффициентом сопротивления ζ . В нижней точке резервуара 1 установлен манометр, показывающий избыточное давление p_m . Вода перетекает из резервуара 1 в резервуар 2 (на выходе из трубопровода атмосферное давление), а из него, — при постоянном напоре H_1 вытекает в атмосферу через внешний цилиндрический насадок диаметром d_n , ударяясь о клиновидную преграду 3 с углом раскрытия β .

Определить:

1. Силы давления на верхнюю, нижнюю и боковую крышки резервуара 1.
2. Давление на входе в трубопровод при закрытой задвижке.
3. Построить эпюры гидростатического давления на внутренние поверхности резервуара 1.

¹Для свинцового трубопровода эквивалентная шероховатость $\Delta = 0.001$ мм, а модуль упругости $E = 1.8 \cdot 10^{10}$ Па.

4. Величину расхода воды, поступающей в резервуар 2.
5. Диаметр насадка d_n , обеспечивающий постоянный уровень H_1 в резервуаре 2.
6. Силу взаимодействия между струёй, вытекающей из насадка, и преградой 3.
7. Повышение давления в трубопроводе при мгновенном закрытии задвижки, приняв толщину стенок трубопровода $\delta = 0.05d$.

Таблица 1 – Исходные данные для 14-го варианта

№ вар	p_m , МПа	H_1 , м	H_0 , м	h_0 , м	R , м	d_0 , м	l , м	d , мм	ζ	β , °
14	0.89	8.6	5.5	1	1.8	0.5	12	30	4.5	60

Жидкость, используемая в системе — вода, плотность которой $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, кинематическая вязкость $\nu = 1.1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$, модуль упругости $K = 2000 \text{ МПа}$.

Ускорение свободного падения принимаем равным $g = 9.81 \text{ м/с}^2$.

№ вар	p_m , МПа	H_1 , м	H_0 , м	h_0 , м	R , м	d_0 , м	l , м	d , мм	ζ	β
18	0.26	5.1	4	2.5	2.4	0.6	16	45	6.5	40
12	0.64	7.1	3.5	1	2.2	0.6	16	40	5.5	100
9	0.96	4.1	3	1	1.2	0.5	6	20	4.5	90
5	0.52	5.6	3	1.3	2	0.7	12	40	5.5	40
2	0.21	4.5	4.7	1.5	2.6	0.55	18	20	6	70

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –
комбинированный контроль усвоения теоретического материала

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Ответ дан на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Ответ дан на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Ответ дан на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Ответ дан на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Задания по лабораторным работам (повышенный уровень):

Л.р.№1. Основные физические свойства жидкостей и газов. Приборы для измерения плотности и вязкости.

Изучить приборы и опытным путем измерить вязкость и плотность жидкости. Определить плотность атмосферного воздуха.

Л.р.№2. Приборы для измерения давления. Тарировка механического манометра.

Изучить конструкции и принцип действия приборов для измерения давления в жидкости, поверить технический манометр с трубчатой пружиной и определить точность измерения давления манометром.

Л.р.№3.Относительный покой жидкости во вращающемся сосуде.

Опытным путем определить форму свободной поверхности воды во вращающемся цилиндре.

Л.р.№4.Определение закономерности распределения давления по поверхности цилиндра, помещенного в прямолинейный поток.

Определить опытным путем распределение давления по поверхности цилиндра, помещенного в прямолинейный поток.

Л.р.№5.Определение подъемной силы, действующей на вращающийся цилиндр в прямолинейном потоке.

Опытным путем определить величину подъемной силы, действующей на вращающийся цилиндр в прямолинейном потоке.

Л.р.№6.Определение подъемной силы и основных аэродинамических характеристик крылового профиля.

Экспериментально определить величину подъемной силы и снять распределение давления по поверхности крылового профиля, помещенного в прямолинейный поток.

Л.р.№7.Определение характеристик сопла при переменном режиме работы.

Опытным путем определить расход воздуха при истечении из суживающегося сопла при докритическом и сверхкритическом режимах истечения.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству лабораторная работа

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Лабораторная работа выполнена на высоком уровне (расчеты, оформление, представление итогового материала даны на 90-100 % вопросов/задач)
4	Лабораторная работа выполнена на среднем уровне (расчеты, оформление, представление итогового материала даны на 75-89 % вопросов/задач)
3	Лабораторная работа выполнена на низком уровне (расчеты, оформление, представление итогового материала даны на 50-74 % вопросов/задач)
2	Лабораторная работа выполнена на неудовлетворительном уровне (расчеты, оформление, представление итогового материала даны менее чем на 50 %)

Вопросы к оценочным средствам для промежуточной аттестации (зачет):

Тема 1. Основы молекулярно-кинетической теории (МКТ) жидкостей и газов.

Атомно-молекулярная структура жидкого и газообразного состояния вещества. Гипотеза сплошности среды. Основные физические свойства и физико-механические характеристики жидкостей и газов .

Тема 2. Гидростатика.

Напряженное состояние жидкости. Силы, действующие в жидкости. Свойства напряжений в покоящейся жидкости. Гидростатическое давление. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости в поле действия массовых сил. Интегралы уравнений Эйлера для абсолютного и относительного покоя. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Абсолютное, избыточное, вакуумметрическое давление. Силы давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности.

Тема 3. Кинематика жидкости.

Методы гидромеханики Лагранжа и Эйлера. Линии тока и траектории. Трубки тока. Уравнение неразрывности движения для трубки тока. Расход жидкости. Уравнение неразрывности в дифференциальной форме. Общий характер движения жидкой частицы.

Теорема Коши-Гельмгольца. Основные понятия вихревого движения. Вихревые линии и вихревые трубки. 2-я теорема Гельмгольца. Циркуляция скорости. Теорема Стокса.

Тема 4. Динамика идеальной жидкости.

Уравнения движения идеальной жидкости. Уравнение движения идеальной жидкости в форме Эйлера и в форме Громеки-Ламба. Виды движений приводящих к интегралу Бернулли-Эйлера. Энергетический и геометрический смысл интеграла Бернулли.

Тема 5. Потенциальные течения. Плоские потоки несжимаемой жидкости. Функция тока и гидродинамическая сетка. Общие свойства потенциальных течений. Постановка гидродинамической задачи. Принцип суперпозиции для потенциальных течений. Комплексный потенциал потенциальных течений и его свойства. Простейшие плоские потенциальные течения. Равномерный поток. Источник. Сток. Плоский вихрь. Вихреисточник. Вихресток. Диполь. Бесциркуляционное обтекание круглого цилиндра плоским потенциальным потоком. Обтекание круглого цилиндра с циркуляцией плоским потенциальным потоком. Формулы Чаплыгина для главного вектора и главного момента для обтекаемого цилиндрического тела. Метод конформных отображений. Характеристическая функция Жуковского. Отображения концентрических окружностей с помощью функции Жуковского. Обтекание гладкой плоской пластины потенциальным потоком. Постулат Жуковского-Чаплыгина. Крыловые профили Жуковского.

Тема 6. Одномерные течения идеального газа.

Скорость распространения возмущений в упругих средах. Скорость звука в газах, число Маха-Маиевского. Уравнение Гюгонио для элементарной струйки газа. Интеграл Бернулли для случая адиабатического течения газа. Докритический, критический и сверхкритический режимы истечения газа. Формула Сен-Венана и Ванцеля. Массовый расход при истечении. Сопло Лавала. Погрешности расчета параметров газа по формулам несжимаемой жидкости. Сверхкритический режим истечения газа. Связь между параметрами потока и параметрами торможения. Сопло Лавала. Режимы истечения. Расчетный режим истечения и соотношения его определяющие. Распространение возмущений конечной амплитуды. Плоская ударная волна и прямой скачок уплотнения - понятие, основные расчетные зависимости. Адиабата Гюгонио. Изменение параметров газа при прохождении через прямой скачок уплотнения. Измерения пневматическим насадком в сверхзвуковом потоке. Косой скачок уплотнения.

Типовой билет. Семестр 4.

Билет №

Теоретический вопрос (*Тема 1 или Тема 2*)

Основные физические свойства и физико-механические характеристики жидкостей и газов.

или

Свойства напряжений в покоящейся жидкости. Гидростатическое давление.

II. Теоретический вопрос (*Тема 3 или Тема 4*)

Уравнение неразрывности движения для трубки тока. Расход жидкости.

или

Уравнение движения идеальной жидкости в форме Громеки-Ламба.

III. Задача (*Тема 5 или Тема 6*)

1. Обобщенный потенциал $w(z)=2z$. Найти потенциалы скорости и функции тока и построить гидродинамическую сетку течения.

или

Найти скорость и массовый расход воздуха при его истечении из емкости в атмосферу. Температура и избыточное давление в емкости, соответственно $t=20^\circ\text{C}$, $p=5\cdot 10^4$ Па. Атмосферное давление $p_{\text{атм}}=101325$ Па, диаметр сопла $d=10$ мм

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству для промежуточной аттестации (зачет)

Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено

Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
 - продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;
 - продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)