

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Факультет компьютерных систем и информационных технологий

Кафедра прикладной математики



УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета компьютерных  
систем и информационных технологий

Кочевский А.А.

» апрель 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Механика жидкости и газа ч.2»

По направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Профиль: «Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика»

Луганск – 2023 г.

## Лист согласования РИУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Механика жидкости и газа ч.2» по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение. – с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Механика жидкости и газа ч.2» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «28» февраля 2018 года № 145.

### СОСТАВИТЕЛЬ:

докт. техн. наук, профессор Сёмин Д. А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры прикладной математики «18» апреля 2023 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой прикладной математики  В.В.Малый

Переутверждена: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Переутверждена: «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий «19» 04 2024 г., протокол № 8.

Председатель учебно-методической комиссии факультета компьютерных систем и информационных технологий

 И.Н. Ветрова.

© Сёмин Д. А., 2023 год

© ФГБОУ ВО «ИГУ им. В. Даля», 2023 год

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

*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 ООП ВО.

Дисциплина «Механика жидкости и газа.ч.2» входит в часть формируемая участниками образовательных отношений направления подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение».

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

*знания* основных теорем и законов механики применительно к идеальным жидкостям и газам, их математическую форму записи;

*умения* применять законы механики невязких жидкости и газа для решения теоретических задач;

*навыки* методологии постановки и решения задач гидродинамики невязкой жидкости и газа.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Механика жидкости и газа». Содержание дисциплины является теоретическим фундаментом для освоения обязательных дисциплин профессионального цикла направления подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» по профилю подготовки 13.03.03.01 «Гидравлическая, вакуумная и компрессорная техника».

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ОПК-3. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.1. Знать математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, функций комплексного переменного, теории вероятностей и математической статистики, численных методов; законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма, основы	<b>Знать:</b> основные теоремы и законы механики применительно к реальным жидкостям и газам, их математическую форму записи

	оптики, квантовой механики и атомной физики; химические процессы	
	ОПК - 3.2. Уметь применять математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, функций комплексного переменного, теории рядов, теории вероятностей и математической статистики, численных методов; законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач	<b>Уметь:</b> применять законы механики вязкой жидкости и газа для решения теоретических и прикладных задач..
	ОПК - 3.3. Владеть математическим аппаратом аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, функций комплексного переменного, теории рядов, теории вероятностей и математической статистики, численных методов; навыками решения задач физики, описания физических явлений.	<b>Владеть:</b> методологией постановки и навыками решения теоретических и прикладных задач гидродинамики вязкой жидкости и газа.

#### 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
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>288</b> <b>(8,0 зач. ед)</b>	<b>288</b> <b>(8,0 зач. ед)</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b> <b>в том числе:</b>	<b>102</b>	<b>22</b>
Лекции	68	12
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	51	8
Лабораторные работы	17	2
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса	36	9
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>116</b>	<b>257</b>
Итоговая аттестация	экзамен	экзамен

##### 4.2. Содержание разделов дисциплины Семестр 5-й.

### *Тема 1. Общие уравнения динамики вязкой жидкости.*

Свойство напряжений в движущейся вязкой жидкости. Уравнения динамики вязкой жидкости в напряжениях. Обобщение гипотезы Ньютона о нормальных и касательных напряжениях в вязкой жидкости на случай пространственного течения. Дифференциальные уравнения движения жидкости Навье-Стокса. Гидродинамическое подобие потоков. Критерии подобия.

*Тема 2. Турбулентные течения.* Уравнения осредненного турбулентного движения жидкости - уравнения Рейнольдса. Дополнительные касательные и нормальные напряжения.

### *Тема 3. Гипотезы турбулентности.*

Алгебраические модели турбулентности. Дифференциальные модели турбулентности «k-ε», «k-ω», SST модель Ментера.

### *Тема 4. Теория пограничного слоя.*

Особенности течения вязкой жидкости при больших рейнольдсовых числах. Понятия пограничного слоя. Условные толщины пограничного слоя. Дифференциальные уравнения Прандтля для ламинарного пограничного слоя. Интегральное соотношение Кармана для пограничного слоя. Дифференциальные уравнения для пограничного слоя в условных толщинах. Общее дифференциальное уравнение для ламинарного и турбулентного пограничных слоев. Отрыв пограничного слоя. Методы управления пограничным слоем.

## **4.3. Лекции**

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
<b>Семестр 5-й</b>			
7	<i>Тема 1. Общие уравнения динамики вязкой жидкости.</i> Свойства напряжений в движущейся вязкой жидкости.	3	1
8	Уравнения динамики вязкой жидкости в напряжениях.	3	1
9	Обобщение гипотезы Ньютона о нормальных и касательных напряжениях в вязкой жидкости на случай пространственного течения.	5	1
10	Дифференциальные уравнения движения жидкости Навье-Стокса.	5	1
11	Гидродинамическое подобие потоков. Критерии подобия	3	0.5
12	<i>Тема 2. Турбулентные течения.</i>	12	1

	Уравнения осредненного турбулентного движения жидкости - уравнения Рейнольдса. Дополнительные касательные и нормальные напряжения.		
13	<i>Тема 3. Гипотезы турбулентности.</i> Алгебраические модели турбулентности . Дифференциальные модели турбулентности «к-ε», «к-ω», SST модель Ментера.	12	1
14	<i>Тема 4. Теория пограничного слоя.</i> Особенности течения вязкой жидкости при больших рейнольдсовых числах. Понятия пограничного слоя.	3	1
15	Условные толщины пограничного слоя.	3	0,5
16	Дифференциальные уравнения Прандтля для ламинарного пограничного слоя.	5	0,5
17	Интегральное соотношение Кармана для пограничного слоя.	3	0,5
18	Дифференциальные уравнения для пограничного слоя в условных толщинах.	3	0,5
19	Общее дифференциальное уравнение для ламинарного и турбулентного пограничных слоев.	3	0,5
20	Отрыв пограничного слоя. Методы управления пограничным слоем.	5	1
<b>Итого:</b>		<b>68</b>	<b>12</b>

#### 4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
<b>Семестр 5-й</b>			
7	Принцип суперпозиции для потенциальных течений. Сложение простейших плоских потенциальных потоков.	9	2
8	Конформные преобразования. Построение крылового профиля Жуковского.	9	1
9	Расчет скоростей и давлений на поверхности крылового профиля Жуковского. Определение подъемной силы.	7	1
10	Пограничный слой в свободных отрывных течениях.	6	1
11	Пограничный слой во внутренних течениях.	6	1
12	Пограничный слой на гладкой плоской пластине.	10	1

11	Условные толщины пограничного слоя.	4	1
<b>Итого:</b>		<b>51</b>	<b>8</b>

#### 4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
<b>Семестр 5-й</b>			
4	Л.р.№1. Определение закономерности распределения давления по поверхности цилиндра, помещенного в прямолинейный поток.	4	0,5
5	Л.р.№2. Определение закономерности распределения давления по поверхности крылового профиля.	4	0,5
6	Л.р.№3. Исследование кинематики затопленной свободной струи.	4	0,5
7	Л.р.№4. Определение закономерности распределения скорости вблизи гладкой плоской пластины.	5	0,5
<b>Итого:</b>		<b>17</b>	<b>2</b>

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Решение задач на сложение потенциальных потоков. Решение задач на конформные преобразования.	Поиск, анализ, структурирование и изучение информации по темам. Работа с конспектом лекций. Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам и к экзамену.	30	70
2	Решение задач на гидродинамическое подобие потоков.		30	60
3	Решение задач на гидродинамическое моделирование течений.		26	70
4	Решение задач теории пограничного слоя.		30	57
<b>Итого:</b>			<b>116</b>	<b>257</b>

**4.7. Курсовые проекты/ работы/индивидуальные задания.** Учебным планом не предусмотрены.

#### 5. Образовательные технологии

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины «Механика жидкости и газа. Ч.2» 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. Формы контроля освоения дисциплины

По данному курсу предусматриваются следующие формы контроля знаний:

- текущий контроль (самоконтроль);
- промежуточный контроль;
- итоговый контроль.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущими практические и лабораторные занятия по дисциплине, в следующих формах:

1. Комбинированный контроль (устный или письменный) усвоения теоретического материала и содержания лабораторных работ и практических занятий.
2. Отчеты по лабораторным занятиям.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы контроля, позволяющие оценить результаты обучающихся по данной дисциплине, помещаются в УМКД.

Итоговый контроль по результатам освоения дисциплины проходит в форме письменного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение задач). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25% на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В зачетную книжку выставляются оценки по национальной шкале, приведенной в таблице.

Национальная шкала	Характеристика знания предмета и ответов	Зачеты
отлично (5)	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

хорошо (4)	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.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие 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.

### **7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины:**

#### ***а) основная литература:***

1. Андрижиевский А.А., Механика жидкости и газа : учеб.пособие / А.А. Андрижиевский - Минск : Выш. шк., 2014. - 206 с. - ISBN 978-985-06-2509-0 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850625090.html>.

2. Куповых Г.В., Основы гидромеханики: учебное пособие / Куповых Г. В. - Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2018. - 143 с. - ISBN 978-5-9275-2920-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927529209.html>.

3. Механика несжимаемых и сжимаемых жидкостей [Электронный ресурс]: учебник для вузов / А.Е. Зарянкин - М. : Издательский дом МЭИ, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009031.html>

4. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. - М.: Изд-во Дрофа, 2003.- 846с.

#### ***б) дополнительная литература:***

1. Емцев Б.Т. Техническая гидромеханика.- М.: Машиностроение, 1988.- 634 с.

2. Приходько О. А. Технічна аерогідромеханіка: навч. посібник / О. А. Приходько, Д. О. Сьомін. - Луганськ : Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2002. - 170 с.

3. Сёмин Д.А. Математическое введение в механику жидкости и газа: учеб. пособие /Д.А. Сёмин. – Луганск :Изд-во ВНУ им. В. Даля, 2008. – 127 с.

4. Фабрикант Н.Я. Аэродинамика. - М.: Наука, 1964. - 816 с.

#### ***в) методические указания***

Методические указания к лабораторным работам по курсу «Механика жидкости и газа» для студентов по направлению подготовки «Энергетическое машиностроение». / Сост. Сёмин Д.А., Левашов А.Н. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.Даля. 2015 – 32 с.

Методические указания к практическим занятиям по курсу «Механика жидкости и газа» для студентов по направлению подготовки «Энергетическое

машиностроение». / Сост. Сёмин Д.А., Левашов А.Н. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.Даля. 2015 – 16 с.

Методические указания к самостоятельной работе по курсу «Механика жидкости и газа» для студентов по направлению подготовки «Энергетическое машиностроение». / Сост. Сёмин Д.А., Левашов А.Н. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.Даля. 2015 – 24 с.

**в) методические указания**

Методические указания к лабораторным работам по курсу «Механика жидкости и газа» для студентов по направлению подготовки «Энергетическое машиностроение». / Сост. Сёмин Д.А., Левашов А.Н. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.Даля. 2015 – 32 с.

Методические указания к практическим занятиям по курсу «Механика жидкости и газа» для студентов по направлению подготовки «Энергетическое машиностроение». / Сост. Сёмин Д.А., Левашов А.Н. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.Даля. 2015 – 16 с.

Методические указания к самостоятельной работе по курсу «Механика жидкости и газа» для студентов по направлению подготовки «Энергетическое машиностроение». / Сост. Сёмин Д.А., Левашов А.Н. – Луганск: Изд-во ЛНУ им. В.Даля. 2015 – 24 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/>

**8. Материально-техническое 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	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	FirefoxMozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	MozillaThunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	FarManager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>
Аудиоплеер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>

## 8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

### 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-3. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и	Пороговый	<b>Знать:</b> основные теоремы и законы механики применительно к реальным жидкостям и газам, их математические виды записи.

<b>Основной</b>	моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	<b>Базовый</b>	<b>Уметь:</b> применять законы механики вязкой жидкости и газа для решения теоретических и прикладных задач.
<b>Заключительный</b>		<b>Высокий</b>	<b>Владеть:</b> методологией постановки и навыками решения теоретических и прикладных задач гидродинамики вязкой жидкости и газа.

**Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины**

№ п / п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Тема 1. Общие уравнения динамики вязкой жидкости.	4
			Тема 2. Турбулентные течения.	4
			Тема 3. Гипотезы турбулентности.	4
			Тема 4. Теория пограничного слоя.	4

**Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания**

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ОПК-3. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении	ОПК-3.1. Знать математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, функций комплексного переменного, теории	<b>Знать:</b> основные теоремы и законы механики применительно к реальным жидкостям и газам, их математические виды записи. <b>Уметь:</b> применять законы механики вязкой жидкости и газа для решения теоретических и прикладных задач. <b>Владеть:</b> методологией постановки и навыками решения теоретических и	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4.	Вопросы для комбинированного контроля усвоения теоретического материала, задания по лабораторным и практическим занятиям, вопросы к экзамену.

	<p>профессиональных задач</p>	<p>вероятностей и математической статистики, численных методов; законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма, основы оптики, квантовой механики и атомной физики; химические процессы.</p> <p>ОПК - 3.2. Уметь применять математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, функций комплексного переменного, теории рядов, теории вероятностей и математической статистики, численных методов; законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач.</p> <p>ОПК - 3.3. Владеть математическим аппаратом аналитической геометрии, линейной алгебры, дифференциального и интегрального</p>	<p>прикладных задач гидродинамики вязкой жидкости и газа.</p>		
--	-------------------------------	--	---	--	--

		исчисления, функций комплексного переменного, теории рядов, теории вероятностей и математической статистики, численных методов; навыками решения задач физики,			
--	--	--	--	--	--

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

1. Какова причина расхождения теоретических и опытных значений коэффициента давления в кормовой части цилиндра?
2. Какой прием позволяет повысить точность установки цилиндрической трубки в исходное положение?
3. От каких факторов зависит закономерность распределения давления по поверхности цилиндра?
4. В чем заключается причина отрыва потока в кормовой части цилиндра?
5. Зачем необходимо было вращать трубку ?
6. Что такое подъемная сила?
7. Чем объяснить расхождение значений подъемной силы определенного по формулам 3.3 и 3.10?
8. Объяснить смысл понятия "циркуляция скорости".
9. Что называют критическими точками на поверхности цилиндра?
10. От чего зависит положение критических точек на поверхности цилиндра?
11. Зависит ли величина подъемной силы от вязкости жидкости и шероховатости цилиндра?
12. Как изменится коэффициент подъемной силы, если увеличить размеры цилиндра при той же частоте вращения?
13. Для чего устанавливаются диски на торцах вращающегося цилиндра?
14. Будет ли вращаться цилиндра с отключенным электродвигателем, если его перемещать в потоке перпендикулярно направлению прямолинейного потока? Предполагается перемещение, нормальное по отношению к оси цилиндра.
15. Назовите геометрические и аэродинамические характеристики крылового профиля.
16. Что такое подъемная сила и коэффициент подъемной силы?
17. Что называют качеством крыла?
18. Что называют коэффициентом лобового сопротивления?
19. Зачем к торцам крыла прикреплены пластины?
20. Как можно воздействовать на величину коэффициента  $C_y$ ?
21. Какие известны методы повышения подъемной силы?

22. Что такое угол атаки и в каких пределах его выбирают?
23. Можно ли по данным лабораторной работы вычислить силу, действующую на крыло в результате существования касательных напряжений?
24. В чем отличие напряжений в движущейся вязкой жидкости от гидростатических напряжений и напряжений в движущейся идеальной жидкости?
25. Уравнения динамики вязкой жидкости в напряжениях.
26. Обобщение гипотезы Ньютона о нормальных и касательных напряжениях в вязкой жидкости на случай пространственного течения.
27. Какие течения описывают уравнения Навье-Стокса?
28. Как обеспечить при моделировании гидродинамическое подобие потоков?
29. Каков физический смысл критериев гидродинамического подобия?
30. Алгебраические модели турбулентности –ARSM: Буссинеска, Прандтля, Кармана, Тейлора.
31. Дифференциальные модели турбулентности. Модели с одним дифференциальным уравнением.
32. Модель Спаларта-Аллмареса (SA). Модель Секундова vt-92.
33. Модели с двумя дифференциальными уравнениями. Гипотеза Колмогорова-Прандтля.
34. Модели типа k-ε.
35. Модели типа k-ω.
36. Модель Ментера Shear Stress Transport - SST.
37. Подходы к решению уравнений турбулентных течений.
38. Уравнения осредненного турбулентного движения жидкости - уравнения Рейнольдса - Reynolds Averaged Navier-Stokes –RANS.
39. Метод моделирования крупных вихрей - Large Eddy Simulation – LES. Метод моделирования отсоединенных вихрей - Detached-Eddy Simulation – DES.
40. Метод прямого численного моделирования - Direct Numerical Simulation-DNS.
41. Каковы особенности течения вязкой жидкости при больших рейнольдсовых числах?
42. Что называют пограничным слоем?
43. Почему вводят понятия условных толщин пограничного слоя?
44. В чем отличие дифференциальных уравнений Прандтля для ламинарного пограничного слоя от уравнений Навье- Стокса?
45. В чем достоинство интегрального соотношения Кармана для пограничного слоя?
46. В чем достоинство дифференциального уравнения для пограничного слоя в условных толщинах?
47. Общее дифференциальное уравнение для ламинарного и турбулентного пограничных слоев.

48. Какова причина отрыва пограничного слоя?  
 49. Перечислите методы управления пограничным слоем.

**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 практическим занятиям:**

1. Принцип суперпозиции для потенциальных течений. Сложение простейших плоских потенциальных потоков.
2. Конформные преобразования.
3. Построение крылового профиля Жуковского.
4. Расчет скоростей и давлений на поверхности крылового профиля Жуковского.
5. Определение подъемной силы.
6. Пограничный слой в свободных отрывных течениях.
7. Пограничный слой во внутренних течениях.
8. Пограничный слой на гладкой плоской пластине.
9. Условные толщины пограничного слоя.

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству –  
 задания по практическим занятиям**

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

#### **4.5. Лабораторные работы**

*Л.р.№1. Определение закономерности распределения давления по поверхности цилиндра, помещенного в прямолинейный поток.*

Показать, что на вращающийся цилиндр, помещенный в прямолинейный поток, направленный нормально к оси цилиндра, действует подъемная сила Н.Е. Жуковского.

*Л.р.№2. Определение закономерности распределения давления по поверхности крылового профиля.*

Определить коэффициент подъемной силы крылового профиля при различных углах атаки двумя методами: по распределению давления по поверхности профиля и весовым. Определить коэффициент лобового сопротивления по распределению давления по профилю крыла.

*Л.р.№3. Исследование кинематики затопленной свободной струи.*

Изучение распределение скоростей свободной круглой струи, вытекающей из круглого отверстия в покоящуюся среду, установить закономерности, связывающие кинематические и геометрические параметры струи, сопоставить экспериментальные данные с результатами расчета по известным формулам.

*Л.р.№4. Определение закономерности распределения скорости вблизи гладкой плоской пластины.*

Экспериментально определить профили скорости и значения толщины ламинарного и турбулентного пограничного слоя, сопоставить с результатами теоретических расчетов.

#### **Вопросы к экзамену.**

Свойство напряжений в движущейся вязкой жидкости. Уравнения динамики вязкой жидкости в напряжениях. Обобщение гипотезы Ньютона о нормальных и касательных напряжениях в вязкой жидкости на случай пространственного течения. Дифференциальные уравнения движения жидкости Навье-Стокса. Гидродинамическое подобие потоков. Критерии подобия.

Уравнения осредненного турбулентного движения жидкости - уравнения Рейнольдса. Дополнительные касательные и нормальные напряжения. Гипотезы турбулентности. Гипотеза Колмогорова-Прандтля.

Алгебраические и дифференциальные модели турбулентности.

Особенности течения вязкой жидкости при больших реynольдсовых числах. Понятия пограничного слоя. Условные толщины пограничного слоя. Дифференциальные уравнения Прандтля для ламинарного пограничного слоя. Интегральное соотношение Кармана для пограничного слоя. Дифференциальные уравнения для пограничного слоя в условных толщинах. Общее дифференциальное уравнение для ламинарного и турбулентного пограничных слоев. Отрыв пограничного слоя. Методы управления пограничным слоем.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству – экзамен

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме 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.
хорошо (4)	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.
удовлетворительно (3)	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.
неудовлетворительно (2)	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

## Форма листа изменений и дополнений, внесенных в ФОС

### 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)

## Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее - ФОС) по дисциплине «Механика жидкости и газа. Ч.2» соответствует требованиям ГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки бакалавров, по указанному направлению.

Председатель учебно-методической комиссии

института транспорта и логистики \_\_\_\_\_ Е.И Иванова.