

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Обнинский институт атомной энергетики –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

## ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании  
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ  
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Механика жидкости и газа

---

*название дисциплины*

для студентов направления подготовки

14.03.02 Ядерные физика и технологии

---

*код и название*

образовательная программа

Инновационные ядерные технологии

---

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – Умение определять динамические воздействия в жидкости разной природы.

Задачи дисциплины:

- Усвоение студентами специфических кинематических понятий и образов: объёмного и массового расходов, средней и массовой скорости, трубки тока и вихревой трубки, циркуляции скорости, особенностей кинематики турбулентных течений.
- Сформировать понимание тесной взаимосвязи динамических параметров (давления и сил) с кинематикой и тепловыми процессами.
- Умение использовать конечные соотношения между параметрами, вытекающими из законов сохранения; значение введения модели идеальной жидкости.
- Понимание практической направленности разделов (отдельных задач) дисциплины.
- Понимание значения теории подобия и критериев подобия при постановке экспериментов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений и относится к общепрофессиональному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

«Общая физика (молекулярная физика и основы статистической термодинамики)».

«Техническая термодинамика».

«Дифференциальные и интегральные уравнения».

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

«Импульсные реакторы и связанные реакторно-лазерные системы».

«Перспективные методы получения и преобразования энергии».

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-3	Способен проводить физические эксперименты по заданной методике, составлять описания проводимых исследований, отчетов, анализу результатов и подготовке научных публикаций	З-ПК-3 Знать: основные физические законы и методы обработки данных У-ПК-3 Уметь: работать по заданной методике, составлять описания проводимых исследований и отчеты, подготавливать материалы для научных публикаций В-ПК-3 Владеть: навыками проведения физических экспериментов по заданной методике, основами компьютерных и

		информационных технологий, научной терминологией
--	--	--

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Интеллектуальное воспитание	Формирование культуры умственного труда (B11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное и трудовое воспитание	Формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (B14)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач;</li> <li>- формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости;</li> <li>- формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.</li> </ul>
	Формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (B15)	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для: <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования устойчивого интереса и мотивации к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач</li> </ul>

		избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума.
--	--	---

**5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Вид работы	Количество часов на вид работы:
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем</b>	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	64
В том числе:	
<i>лекции</i>	32
<i>практические занятия</i>	16
<i>лабораторные занятия</i>	16
<b>Промежуточная аттестация</b>	
В том числе:	
<i>экзамен</i>	54
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>26</b>
<b>Всего (часы):</b>	<b>144</b>
<b>Всего (зачетные единицы):</b>	<b>4</b>

**6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

**6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебной работы				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1-16	1. Механика жидкости и газа					
1	1.1. Введение Аксиоматика механики жидкости и газа. Основные кинематические понятия и образы	2	2			2
2-3	1.2. Закон сохранения массы. Примеры простейших течений. Принцип отвердевания линий тока	4	2			2
4-6	1.3. Закон сохранения	6	2	4		4

	импульса и его частные решения для идеальной жидкости. Определение сил на конструкции в покоящейся жидкости					
7	1.4. Сопротивление давления при внешнем обтекании, в том числе решётки профилей	2	2	2		2
8-9	1.5. Закон сохранения и превращения энергии Одномерный поток несжимаемой жидкости и газа	4	4	6		6
10-11	1.6. Гидравлические сопротивления	4	2	4		4
12-14	1.7. Уравнения движения вязкой жидкости. Пограничный слой. Свободный пограничный слой (струи)	6	2			4
15-16	1.8. Теория подобия и физическое моделирование	4	0			2
	<b>Итого за 5 семестр:</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>26</b>
	<b>Всего:</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>26</b>

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная контактная работа, СРО – самостоятельная работа.

## 6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лекционный курс

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1-16	1. Механика жидкости и газа	
1	1.1. Введение Аксиоматика механики жидкости и газа. Основные кинематические понятия и образы	Макроподход. Основания для выбора математического аппарата и закона для напряжения. Понятия трубки тока и вихревой трубки Расходы, средняя и массовая скорости Циркуляция скорости Эффект взаимодействия вихрей.
2-3	1.2. Закон сохранения массы. Примеры простейших течений. Принцип отвердевания линий тока	Уравнение неразрывности движения. Функция тока, потенциал скорости. Характеристическая функция течения Бесциркуляционное и циркуляционное обтекание круглого цилиндра.
4-6	1.3. Закон сохранения импульса и его частные решения для идеальной жидкости. Определение сил на конструкции в покоящейся жидкости	Уравнения динамики в напряжениях. Интеграл Бернулли и его частные случаи.
7	1.4. Сопротивление давления при внешнем	Сопротивление давления на примере циркуляционного обтекания цилиндра Сопротивление давления в плоской

	обтекании, в том числе решётки профилей	решётке (на лопатку турбины).
8-9	1.5. Закон сохранения и превращения энергии Одномерный поток несжимаемой жидкости и газа	Тепловая форма интеграла Бернулли. Изоэнтропические формулы. Уравнение Бернулли для несжимаемой вязкой жидкости.
10-11	1.6. Гидравлические сопротивления	Распределение скоростей при ламинарном и турбулентном течении в трубах Потери давления на трение и местные сопротивления.
12-14	1.7. Уравнения движения вязкой жидкости. Пограничный слой. Свободный пограничный слой (струи)	Связь тензора напряжений с тензором скоростей деформаций. Уравнения Навье-Стокса. Уравнения пограничного слоя Л. Прандтля.
15-16	1.8. Теория подобия и физическое моделирование	Методика получения критериев подобия. Проблема выполнения нескольких критериев подобия по созданию экспериментальных стендов.

#### *Практические занятия*

<b>Неделя</b>	<b>Наименование раздела / темы дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
1-16	<b>1. Механика жидкости и газа</b>	
1	1.1. Введение Аксиоматика механики жидкости и газа. Основные кинематические понятия и образы	Определение ускорений Нахождение расхода при ламинарном движении в круглой трубе. Проблема определения расхода при турбулентном течении.
2-3	1.2. Закон сохранения массы. Примеры простейших течений. Принцип отвердевания линий тока	Нахождение геометрии течения, поля скоростей и расходов по заданной характеристической функции течения Реализация принципа отвердевания линий тока.
4-6	1.3. Закон сохранения импульса и его частные решения для идеальной жидкости. Определение сил на конструкции в покоящейся жидкости	Расчёт сопротивления давления при обтекании плоской пластины и профиля в решётке профилей. Определение сил в покоящейся жидкости.
7	1.4. Сопротивление давления при внешнем обтекании, в том числе решётки профилей	Определение критического расхода и расходов через разрыв из объёмов с высоким давлением и температурой Пример расчёта запаса до кавитации.
8-9	1.5. Закон сохранения и превращения энергии Одномерный поток несжимаемой жидкости и газа	Методика определения потерь давления по петле первого контура реактора корпусного типа. Определение мощности ГЦН.
10-11	1.6. Гидравлические	Методика профилирования расходов и сопротивлений по

	сопротивления	ТВС активной зоны.
12-14	1.7. Уравнения движения вязкой жидкости. Пограничный слой. Свободный пограничный слой (струи)	Расчёт ламинарного и турбулентного пограничного слоя на пластине на основе интегрального соотношения Кармана (при однопараметрическом и двухпараметрическом распределении скоростей).
15-16	1.8. Теория подобия и физическое моделирование	Методика получения критериев подобия. Проблема выполнения нескольких критериев подобия по созданию экспериментальных стендов.

#### Лабораторные работы

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1-16	1. Механика жидкости и газа	
4-6	1.3. Закон сохранения импульса и его частные решения для идеальной жидкости. Определение сил на конструкции в покоящейся жидкости	Методика измерения скорости при помощи трубки Прандтля и изучение зависимости показаний трубки от угла между её осью и направлением скорости.
7	1.4. Сопротивление давления при внешнем обтекании, в том числе решётки профилей	Сопротивление поперечно обтекаемого пучка труб.
8-9	1.5. Закон сохранения и превращения энергии. Одномерный поток несжимаемой жидкости и газа	Геометрическая интерпретация уравнения Д. Бернулли. Определение коэффициента расходов при истечении жидкости из малых отверстий и из насадков. Определение максимального повышения давления при прямом и непрямом гидроударе в трубопроводе
10-11	1.6. Гидравлические сопротивления	Определение коэффициента сопротивления трения в канале-имитаторе ячейки твэл. Определение коэффициентов местных сопротивлений при внезапном расширении и внезапном сужении.

### 7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Механика жидкости и газа», утверждено на заседании отделения ЯФиТ (протокол № 1 от «30» августа 2023 г.).
2. Е.Ф. Авдеев, Н.Е. Ющенко «Расчёт гидравлических характеристик реакторного контура», учебное пособие по курсу «Механика жидкости и газа», стр.54. Имеется электронная версия.
3. Е.Ф. Авдеев, Сборник задач по курсу «Механика жидкости и газа», Разделы: 1. Гидростатика, стр. 4-7; 2. Кинематика, стр. 12-14; 3. Гидродинамика, стр. 17-27.
4. Е.Ф. Авдеев, Н.Е. Ющенко «Лабораторный практикум по курсу «Механика жидкости и газа», стр.67.

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
<b>Текущая аттестация, 6 семестр</b>			
1.	1.1. Введение Аксиоматика механики жидкости и газа. Основные кинематические понятия и образы	3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК3	ИДЗ 1
2.	1.2. Закон сохранения массы. Примеры простейших течений. Принцип отвердевания линий тока		
3.	1.3. Закон сохранения импульса и его частные решения для идеальной жидкости. Определение сил на конструкции в покоящейся жидкости	3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК3	ЛР 1-4
4.	1.4. Сопротивление давления при внешнем обтекании, в том числе решётки профилей		
5.	1.5. Закон сохранения и превращения энергии Одномерный поток несжимаемой жидкости и газа	3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК3	ЛР 5-7
6.	1.6. Гидравлические сопротивления		
7.	1.7. Уравнения движения вязкой жидкости. Пограничный слой. Свободный пограничный слой (струи)	3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК3	ИДЗ 1
8.	1.8. Теория подобия и физическое моделирование		
<b>Промежуточная аттестация, 6 семестр</b>			
	Экзамен	3-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК3	Вопросы к экзамену

### 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

Оценочные средства приведены в Приложении «Фонд оценочных средств».



### 8.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
- Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
- Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:
  - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
  - контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
<b>Текущая аттестация</b>	<b>1-16</b>	<b>36 - 60% от максимума</b>	<b>60</b>
<b>Контрольная точка № 1</b>	<b>7-8</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
ИДЗ 1	6	9	15
ЛР 1-4	7	9	15
<b>Контрольная точка № 2</b>	<b>15-16</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
ЛР 5-7	14	9	15
ИДЗ 2	15	9	15
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>-</b>	<b>24 – (60% 40)</b>	<b>40</b>
Экзамен	-		
<i>Вопрос 1</i>	-	12	20
<i>Вопрос 2</i>	-	12	20
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

\* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

### 8.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

<i>Сумма баллов</i>	<i>Оценка по 4-х балльной шкале</i>	<i>Оценка ECTS</i>	<i>Требования к уровню освоения учебной дисциплины</i>
<b>90-100</b>	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
<b>85-89</b>	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
<b>75-84</b>		C	
<b>70--74</b>		D	
<b>65-69</b>	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
<b>60-64</b>			
<b>0-59</b>	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### ***а) основная учебная литература:***

1. Л.Г. Лойцянский. Механика жидкости и газа. М.: Дрофа, -2003 г.
2. Механика жидкости и газа. Под редакцией В.С. Швыдкого 2-е издание, ИКЦ «Академкнига», М.: 2003 г.
3. П.Л. Кириллов, Ю.С. Юрьев. Гидродинамические расчёты. -М.:ИздАТ-2009 г., 214 с.
4. Е.Ф. Авдеев, Н.Е. Ющенко. Расчёт гидравлических характеристик реакторного контура (учебное пособие). Обнинск, ИАТЭ, 2008 (имеется в библиотеке ИАТЭ, размножено в 2015 г.).

5. Е.Ф. Авдеев, Н.Е. Ющенко. Лабораторный практикум по курсу «Механика жидкости и газа», Обнинск, ИАТЭ, 2007 г.
6. А.А. Александров, Б.А. Григорьев. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара.-М.:МЭИ,1999 г.
7. Андрижиевский, А. А. Механика жидкости и газа : учебное пособие / А. А. Андрижиевский. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 208 с. — ISBN 978-985-06-2509-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65568>.
8. Волков, К. Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа : учебное пособие / К. Н. Волков, В. Н. Емельянов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2012. — 468 с. — ISBN 978-5-9221-1438-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59637>.

**б) дополнительная учебная литература:**

1. Г. Шлихтинг. Теория пограничного слоя (перевод с немецкого), 5-ое издание.-М.: Наука, 1989 г.
2. Б.Т. Емцев, «Техническая гидромеханика»,-М.: Машиностроение, 1987 г.
3. Г.С. Самойлович. Гидродинамика.-М.Машиностроение,1990 г.
4. Н.З. Френкель. Гидравлика. Госэнергоиздат.-М.-Л.: 1956, 456 с.
5. Е.Ф. Авдеев. Сборник задач по курсу «Механика жидкости и газа».-Обнинск,ИАТЭ,1993 г.
6. Н.Е. Идельчик. Справочник по гидравлическим сопротивлениям.-М.: Машиностроение, 1995 г.
7. Остриков, А. Н. Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа). Практикум : учебное пособие / А. Н. Остриков, А. А. Смирных, И. Н. Болгова. — Воронеж : ВГУИТ, 2018. — 231 с. — ISBN 978-5-00032-325-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106908>.

**10. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Не требуется.

**11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Вид учебных занятий	Организация деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: последовательно кратко фиксировать основные положения и терминологии. Подчёркивать принципиальные выводы и практическую направленность излагаемого преподавателем материала. Основное внимание сосредоточить на специфичных понятиях и образах кинематики, математическим представлениям законов сохранения и вытекающим из них следствиям. Обязательно выяснить у преподавателя непонятные положения на практическом занятии, консультации или в другое свободное время.
Практические занятия	Студент обязан при подготовке к практическим занятиям проработать лекции, относящиеся к теме занятия или другие источники, указанные преподавателем. На занятии в аудитории вместе с преподавателем решаются типовые задачи разделов дисциплины. При возникновении трудностей с решением текущих домашних заданий или индивидуального домашнего

	задания получить консультацию у преподавателя. На практических занятиях излагается методика выполнения ИДЗ и выдаются варианты исходных данных для его выполнения
Домашние задания	Студент обязан знать решения минимум 50% задач по разделам сборника задач, основываясь на решениях типовых задач в аудитории и знании теоретического материала
Индивидуальные домашние задания	Имеет целью закрепить теоретические знания по расчёту сопротивления трения в ламинарном и турбулентном пограничных слоях
Подготовка к экзамену	При изучении вынесенных на экзамен вопросов студент не должен упустить понимание физики процессов. Только после этого приступать к выводам расчётных зависимостей. Вывод расчётных зависимостей нужно делать самостоятельно, обращая внимание на запоминание общепринятых понятий и терминов. Показать понимание практической направленности поставленных вопросов в будущей профессиональной деятельности

## **12. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)**

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

### **12.1. Перечень информационных технологий**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- проведение лекций и практических занятий с использованием слайд-презентаций;
- интерактивное общение с помощью программы skype;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и ЭИОС.
- показ теневых фотографий из альбома течений жидкости и газа.
- использование натуральных элементов ТВС реакторов (ТВЭЛОВ, дистанционирующих решёток и т.д.).

- интерактивное общение с помощью программы Skype.
- использование слайд-презентаций на лекциях.
- показ оборудования и измерительных приборов стендов «МИР» и «Циркуляционная петля».

### **12.2. Перечень программного обеспечения**

- Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «WindowsMediaPlayer»).
- Программы для демонстрации и создания презентаций («MicrosoftPowerPoint»).

### **12.3. Перечень информационных справочных систем**

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий:

- 1) Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, [http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK](http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK;);
- 2) ЭБС «Издательства Лань», <https://e.lanbook.com/>;
- 3) Электронно-библиотечная система BOOK.ru, <https://.book.ru>;
- 4) Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary), <https://elibrary.ru>;
- 5) Базовая версия ЭБС IPRbooks, <https://.iprbooks.ru>;
- 6) Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» <https://.studentlibrary.ru>;
- 7) Электронно-библиотечная система «Айбукс.py/ibooks.ru», <https://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>;
- 8) Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», <https://urait.ru/>.

## **13. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Учебные аудитории на 250 и 30 мест с мультимедийным оборудованием, программное обеспечение для компьютерных презентаций. Доска.
2. Первичные датчики измерения локальных, средних скоростей.

## **14. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ**

### **14.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1.1.	Введение Аксиоматика механики жидкости и газа. Основные кинематические понятия и образы	Лекция/практические занятия	4	Лекция-беседа, привлечение внимания студентов к практической значимости вопросов темы
1.2.	Закон сохранения массы. Примеры простейших течений. Принцип отвердевания линий тока.	Лекция/практические занятия	6	Содержание и темп изложения учитывает особенность подготовленности аудитории студентов
1.3.	Закон сохранения импульса и его частные решения для идеальной жидкости. Определение сил на конструкции в покоящейся жидкости	Лекция/практические занятия	8	Технология активного обучения (предполагает постановку и получение ответа студентов на вопросы, смежные с излагаемым материалом)
1.4.	Сопротивление давления при внешнем обтекании, в том числе решётки	Лекция/практические занятия	4	Лекция-беседа, привлечение внимания студентов к практической значимости вопросов темы
1.5.	Закон сохранения и превращения энергии Одномерный поток несжимаемой жидкости и газа	Лекция/практические занятия	8	Содержание и темп изложения учитывает особенность подготовленности аудитории студентов
1.6.	Гидравлические сопротивления	Лекция/практические занятия	6	Технология активного обучения (предполагает постановку и
1.7.	Уравнения движения вязкой жидкости. Пограничный слой. Свободный пограничный слой (струи)	Лекция/практические занятия	8	Лекция-беседа, привлечение внимания студентов к практической значимости вопросов темы
1.8.	Теория подобия и физическое моделирование	Лекция/практические занятия	7	Лекция-беседа, привлечение внимания студентов к практической значимости вопросов

## **14.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)**

### **Темы для самостоятельных занятий**

1. Различные представления полного ускорения.
2. Эффекты взаимодействия вихрей.
3. Выполнение закона Паскаля для двух несмешивающихся жидкостей.
4. Вывод зависимостей для сил, действующих на плоские и криволинейные поверхности в покоящейся жидкости.
5. Определение силы, действующей на профиль в решётке профилей.
6. Физическое обоснование увеличения расходов через насадки; определение запаса до кавитации.
7. Эмпирические методы расчёта турбулентного пограничного слоя на гидравлически гладкой и шероховатой пластине.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Физическое отличие турбулентных течений от ламинарных.
2. Причины и суть кризиса сопротивления плохо обтекаемых тел.
3. Обоснование движения жидкости из области с низким давлением в трубопроводе в область с высоким давлением.
4. Особенности кинематики турбулентных течений.
5. Характер зависимости скорости звука от паро(газо)содержания.
6. Связь давления и скорости вдоль линии тока и при пересечении линий тока в вихрях.
7. Природа местных сопротивлений и сопротивления трения в каналах, сопротивления давления и индуктивного сопротивления-при внешнем обтекании тел.

## **14.3. Краткий терминологический словарь:**

Линия тока, трубка тока, вихревая трубка, объёмный и массовый расход, средняя и массовые скорости, сопротивление давления, потери давления, пограничный слой.

## **15. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

**Для лиц с нарушением слуха** возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т.д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления

текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для **лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

**Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата** не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т.д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

#### **Программу составил:**

**Е.Ф. Авдеев**, доцент, к.т.н., доцент отделения ЯФиТ

#### **Рецензент:**

**И.А. Чусов**, профессор, д. т.н., профессор отд. ЯФиТ(О)