

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**имени Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

---

Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической физики  
имени академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЯЭиТФ

\_\_\_\_\_ М.А. Легчанов  
«19» сентября 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.37 «Механика жидкости и газа»**  
**для подготовки специалистов**

Специальность: 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы»  
(код и наименование специальности)

Специализация: Ядерные реакторы  
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная  
(очная,очно-заочная,заочная)

Год начала подготовки: 2024, 2025

Выпускающая кафедра: ЯРиЭУ  
(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: АТС  
(аббревиатура кафедры)

Объем дисциплины: 180/5  
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: Экзамен  
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Разработчик(и): Бородин С.С., к.т.н., доцент  
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

Нижний Новгород, 2025 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по специальности 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы», утвержденным приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 № 153, на основании учебных планов 2024 и 2025 годов приема, принятых УМС НГТУ (протокол от «27» мая 2025 г. № 15)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Ядерные реакторы и энергетические установки» (протокол от «09» сентября 2025 г. № 2).

Заведующий кафедрой «Ядерные реакторы и энергетические установки», д.т.н., профессор В.В. Андреев  
(подпись)

Рабочая программа рекомендована Советом ИЯЭиТФ к утверждению (протокол от «16» сентября 2025 г. № 3).

Председатель совета ИЯЭиТФ,  
директор ИЯЭиТФ, к.т.н., доцент М.А. Легчанов  
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 14.05.01-я-61

Начальник методического отдела УМУ Е.Г. Севрюкова  
Заведующая отделом комплектования НТБ Н.И. Кабанина  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины .....	5
4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.....	7
5. Структура и содержание дисциплины.....	10
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	14
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	28
8. Информационное обеспечение дисциплины .....	29
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	30
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	30
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	31
12. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины .....	34
Рецензия.....	35

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебный курс «Механика жидкости и газа» является одной из основных дисциплин при подготовке специалистов по проектированию и эксплуатации ядерных энергетических установок, в том числе транспортного назначения. Круг вопросов, рассматриваемых в этом курсе, весьма широк и охватывает как общетеоретические положения, так и частные задачи, с которыми постоянно приходится сталкиваться при проектировании и эксплуатации тепломеханического оборудования тепловых электростанций, парогазовых установок и оборудования атомных электростанций. Учебная дисциплина «Механика жидкости и газа» предполагает изучение студентами специальности 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы» теоретического учебного материала, а именно: основных характерных особенностей гидравлических процессов, специфичных для сложных гидравлических контуров, характерных для ядерных энергетических установок, особенностей физического и математического моделирования одномерных и трехмерных, дозвуковых и сверхзвуковых, ламинарных и турбулентных течений идеальной и реальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей, характеристик и параметров течения жидкостей в основных контурах атомных станций и механизмах, основ гидравлического расчета, набор исходных и выходных параметров расчета, основных физических свойств жидкостей и газов, общих законы и уравнений статики, кинематики и динамики жидкостей и газов, основ гидравлического расчета. А также формирование у студентов практических умений а именно: выполнять гидравлические расчеты простых и сложных гидравлических контуров, рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течении в каналах (трубах), проточных частях гидрогазодинамических машин, определять необходимый и достаточный набор параметров, являющихся входными для гидравлического расчета схем простых и сложных гидравлических контуров, а также оценку владения студентом понятийной базой в области механики несжимаемых и сжимаемых жидкостей, методиками проведения типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов, навыками выбора и определения необходимого и достаточного количества входных параметров для гидравлического расчета схем простых и сложных гидравлических контуров.

**1.1. Целью освоения дисциплины является** формирование у обучающихся знаний, умений и навыков в области теплогидравлических расчетов элементов и систем энергетического оборудования атомных электрических станций, а также умения использовать полученные знания при решении инженерных и научных задач.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины:**

- 1) Выполнение теплогидравлических расчетов узлов и элементов проектируемого оборудования с использованием современных средств;
- 2) Подготовка исходных данных для расчета тепловых схем различных типов АС и ЯЭУ.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина «Механика жидкости и газа» включена в обязательный перечень дисциплин обязательной части образовательной программы вне зависимости от ее направленности (профиля). Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по специальности 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы». Учебная дисциплина «Механика жидкости и газа» направлена на углубление уровня освоения компетенций ОПК-1 и ПКС-3.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется данная дисциплина являются: «Математический анализ», «Обыкновенные дифференциальные уравнения», «Аналитическая геометрия. Линейная алгебра», «Теория функций комплексного переменного», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Векторный и тензорный анализ», «Физика», «Химия», «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Теоретическая механика», «Прикладная физика».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Атомная физика», «Ядерная физика», «Квантовая механика и статистическая физика», «Принципиальные схемы судовых ядерных энергетических установок», «Турбомашины», «Тепловые схемы ядерных энергетических установок», «Механика», «Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок», «Уравнения математической фи-

зики», «Циркуляторы физико-энергетических установок», «Насосы и компрессоры», «Дополнительные главы по тепловым схемам ядерных энергетических установок» и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является то, что освоение данной дисциплины предполагает все имеющиеся формы учебного взаимодействия: лекции, очное и самостоятельное решение практических задач, выполнение и защиту лабораторных работ, подготовку и защиту курсовой работы и подготовку и сдачу экзамена.

Рабочая программа дисциплины «Механика жидкости и газа» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В результате освоения дисциплины «Механика жидкости и газа» у обучающегося частично формируются компетенции ОПК-1 с формулировкой «Способен использовать базовые знания естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования» и ПКС-3 с формулировкой «Способен использовать фундаментальные законы в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, термодинамики, гидродинамики и тепломассопереноса в объеме достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза идей, творческого самовыражения».

Индикаторами частичного достижения компетенции ОПК-1 выступают индикаторы ИОПК-1.1 и ИОПК-1.2 с формулировками соответственно: ИОПК-1.1 – «Использует базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности» ИОПК-1.2 – «Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования». По данным индикаторам сформулированы следующие дескрипторы:

По ИОПК-1.1:

- а) знать теоретические основы математического анализа, фундаментальные основы естественнонаучного цикла дисциплин, в том числе основы общей физики;
- б) уметь применять на практике теоретические знания в области математических вычислений и основных физических законов;
- в) владеть необходимым для проведения гидравлического расчета математическим аппаратом и понятийной базой в области общей физики.

По ИОПК-1.2:

- а) знать методы анализа и интерпретации физических процессов;
- б) уметь применять современные методы исследования на лабораторных установках и экспериментальных стендах;
- в) владеть навыками представления результатов теоретических расчётов и экспериментальных исследований.

Индикатором частичного достижения компетенции ПКС-3 выступает ИПКС-3.2 – «Использует фундаментальные законы в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, термодинамики, гидродинамики и тепломассопереноса». По ИПКС-3.2 сформулированы следующие дескрипторы:

- а) знать основные физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов, основные особенности физического моделирования течений идеальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей;
- б) уметь рассчитывать основные параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течении в каналах; проводить гидравлический расчет простых трубопроводов;
- в) владеть основными принципами проведения типовых гидродинамических расчетов трубопроводов.

Полное формирование компетенций ОПК-1 и ПКС-3 осуществляется последовательно при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблицы 1 и 2).

Таблица 1 – Формирование компетенции ОПК-1

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками										
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.	9 сем.	10 сем.	11 сем.
ОПК-1	Математический анализ	●	●									
	Обыкновенные дифференциальные уравнения		●									
	Аналитическая геометрия. Линейная алгебра	●										
	Теория функций комплексного переменного			●								
	Теория вероятностей и математическая статистика				●							
	Векторный и тензорный анализ			●								
	Физика		●	●	●							
	Атомная физика					●						
	Ядерная физика							●				
	Квантовая механика и статистическая физика						●					
	Химия	●										
	Уравнения математической физики						●					
	Начертательная геометрия и инженерная графика		●									
	Механика						●					
	Теоретическая механика			●	●							
	Прикладная физика			●	●							
	Теория тепломассопереноса					●						
	Математические методы моделирования физических процессов						●					
	Электротехника и электроника					●	●					
	Техническая термодинамика					●						
	Физическое и математическое моделирование								●	●		
	Ядерные топливные материалы							●				
	Сварка										●	
	Гидродинамика и теплообмен								●	●		
	Механика жидкости и газа			●								
	Физическая теория реакторов								●	●		
	Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР											●

Таблица 2 – Формирование компетенции ПКС-3

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками										
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.	9 сем.	10 сем.	11 сем.
ПКС-3	Техническая термодинамика				●							
	Механика жидкости и газа				●							
	Принципиальные схемы судовых ядерных энергетических установок						●					
	Турбомашины							●				
	Тепловые схемы ядерных энергетических установок					●						
	Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок								●	●	●	
	Циркуляторы физико-энергетических установок						●					
	Насосы и компрессоры						●					
	Дополнительные главы по тепловым схемам ядерных энергетических установок								●			
	Производственная (технологическая) практика								●			
	Производственная (преддипломная) практика											●
	Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР											●

#### 4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП ВО

Компетенции ОПК-1 и ПКС-3 частично формируются с приобретением знаний, умений и навыков, сформулированных в дескрипторах достижения этих компетенций и с которыми обучающийся готов выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторе достижения тех же компетенций (таблица 3).

**Таблица 3 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (наименование дескрипторов достижения компетенции)	Оценочные средства	
			Текущего контроля	Промежуточной аттестации
<i>ОПК-1</i> Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<i>ИОПК-1.1</i> Использует базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> теоретические основы математического анализа, фундаментальные основы естественнонаучного цикла дисциплин, в том числе основы общей физики	<b>Уметь:</b> применять на практике теоретические знания в области математических вычислений и основных физических законов	<b>Владеть:</b> необходимым для проведения гидравлического расчета математическим аппаратом и понятийной базой в области общей физики
	<i>ИОПК-1.2</i> Применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<b>Знать:</b> методы анализа и интерпретации физических процессов	<b>Уметь:</b> применять современные методы исследования на лабораторных установках и экспериментальных стендах	<b>Владеть:</b> навыками представления результатов теоретических расчётов и экспериментальных исследований
<i>ПКС-3</i> Способен использовать фундаментальные законы в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, термодинамики, гидродинамики и тепломассопереноса в объеме достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза идей, творческого	<i>ИПКС-3.2</i> Использует фундаментальные законы в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, термодинамики, гидродинамики и тепломассопереноса	<b>Знать:</b> основные физические свойства жидкостей и газов, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов, основные особенности физического моделирования течений идеальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей	<b>Уметь:</b> рассчитывать основные параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течении в каналах; проводить гидравлический расчет простых трубопроводов	<b>Владеть:</b> основными принципами проведения типовых гидродинамических расчетов трубопроводов

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (наименование дескрипторов достижения компетенции)	Оценочные средства	
			Текущего контроля	Промежуточной аттестации
самовыражения				

Для формулировок индикатора ИПКС-3.2 и дескрипторов достижения компетенции ПКС-3 использовано следующее квалификационное требование профессионального стандарта 24.028 «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики» из трудовой функции В/01.7 в категории трудовые знания: «Типовые методики выполнения измерений, расчетов и технологических процессов».

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (з.е.) или 180 академических часов, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем – 76 часов, самостоятельная работа обучающихся – 50 часов (таблица 4).

**Таблица 4 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ**

Вид учебной работы	Трудоемкость, ч/з.е.	
	Всего	в том числе в 4 семестре
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоемкость, ч/з.е.	180/5,00	180/5,00
1. Контактная работа:	76/2,11	76/2,11
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	68/1,88	68/1,88
Занятия лекционного типа (Л)	17/0,47	17/0,47
Практические занятия (ПЗ)	17/0,47	17/0,47
Лабораторные работы (ЛР)	34/0,94	34/0,94
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:	8/0,23	8/0,23
курсовая работа (КР) (консультация, защита)	5/0,14	5/0,14
текущий контроль, консультации по дисциплине	2/0,06	2/0,06
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	1/0,03	1/0,03
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:	50/1,39	50/1,39
Курсовая работа (КР) (подготовка)	20/0,56	20/0,56
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям и т.п.)	30/0,83	30/0,83
Подготовка к экзамену	54/1,50	54/1,50

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тематический план освоения дисциплины по видам учебной деятельности приведен в таблице 5. Здесь указано структурное распределение объемов (в часах) разделов и тем дисциплины по видам учебной работы, аудиторных и внеаудиторных занятий, самостоятельной работы студента и периодического (текущего) контроля.

**Таблица 5 – Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Планируемые (контролируемые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа											
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
<i>Раздел 1. Введение</i>													
ОПК-1 ПКС-3	Тема 1. Предмет дисциплины и его задачи, основные понятия и определения	1		2	–				–	–			
	<i>Раздел 2. Физические параметры изучаемых сред</i>												
	Тема 2. Основные физические свойства жидкостей и газов	1	2	2	1	п.1 табл. 14 РПД, стр. 12-35 п.2 табл. 14 РПД, стр. 27-58 п.8 табл. 14 РПД, стр. 35-41							
	<i>Раздел 3. Гидростатика</i>												
	Тема 3. Силы, действующие в неподвижной жидкости. Закон Паскаля. Основное уравнение гидростатики	1	–	2	1	п.1 табл. 14 РПД, стр. 48-63 п.5 табл. 14 РПД, стр. 37-52 п.6 табл. 14 РПД, стр. 28-49							
	Тема 4. Равновесие жидкости в поле силы тяжести, силы инерции и прочих объемных сил	1	–		–								
	<i>Раздел 4. Кинематика жидкости</i>												

Планируемые (контролируемые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Контактная работа	Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 5. Понятие скорости и ускорения частиц жидкости. Линии тока и трубы тока. Уравнение линии тока. Поток вектора скорости. Уравнение неразрывности в дифференциальной и интегральной форме	1	–	–	1	п.1 табл. 14 РПД, стр. 57-63 п.2 табл. 14 РПД, стр. 60-72				
	Тема 6. Общий характер движения жидкой частицы. Теорема Каши – Гельмгольца. Вихревые линии и трубы. Теорема Гельмгольца. Циркуляция скорости. Теорема Стокса. Потенциальное движение	1	2	2	4	п.1 табл. 14 РПД, стр. 69-81 п.7 табл. 14 РПД, стр. 87-98 п.9 табл. 14 РПД, стр. 101-113				
	Тема 7. Плоские потоки несжимаемой жидкости. Функция тока, гидродинамическая сетка	1	–	2	3	п.1 табл. 14 РПД, стр. 82-105 п.7 табл. 14 РПД, стр. 111-113				
<i>Раздел 5. Гидродинамика</i>										
	Тема 8. Классификация сил, действующих в движущейся жидкости. Свойства напряжений поверхностных сил	1	–	–	1	п.3 табл. 14 РПД, стр. 152-178 п.2 табл. 14 РПД, стр. 89-122				
	Тема 9. Уравнение движения жидкости в напряжениях. Обобщенная гипотеза Ньютона о связи между напряжениями и скоростями деформаций	1	–	2	3	п.2 табл. 14 РПД, стр. 122-156				
	Тема 10. Уравнение Навье-Стокса. Уравнение Бернулли для струйки идеальной и вязкой жидкости. Уравнение Бернулли для потока вязкой несжимаемой жидкости	1	3	2	5	п.1 табл. 14 РПД, стр. 126-134				
<i>Раздел 6. Теория подобия</i>										

Планируемые (контролируемые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час					
	Тема 11. Подобие гидродинамических процессов. Условия подобия. Критерии подобия. Методы размерностей, сов-местимость критериев подобия. Определяющие критерии	1	–	4	2	п.1 табл. 14 РПД, стр. 158-179 п.8 табл. 14 РПД, стр. 225-289				
<i>Раздел 7. Режимы движения однофазных потоков</i>										
	Тема 12. Ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости. Пульсационные и осредненные характеристики движения. Условия перехода от ламинарного движения к турбулентному. Уравнения Рейнольдса	1	3	4	3	п.3 табл. 14 РПД, стр. 235-254 п.4 табл. 14 РПД, стр. 78-85				
<i>Раздел 8. Гидравлические потери</i>										
	Тема 13. Гидравлические потери, диссипации механической энергии в потоке вязкой жидкости. Структура общих формул для потерь напора. Потери на трение при ламинарном движении жидкости в плоской и круглой трубе. Потери на трение при турбулентном движении жидкости в круглых трубах	2	2	4	4	п.1 табл. 14 РПД, стр. 182-212 п.2 табл. 14 РПД, стр. 267-279 п.4 табл. 14 РПД, стр. 112-118				
	Тема 14. График Никурадзе, график для потерь на трение в реальных трубах. Потери на местных сопротивлениях	1	–	4	3	п.1 табл. 14 РПД, стр. 220-242 п.2 табл. 14 РПД, стр. 146-178 п.4 табл. 14 РПД, стр. 126-135				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)				
		Контактная работа											
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час								
	Тема 15. Методы расчета простых трубопроводов (прямой и обратный). Методы расчета сложных трубопроводов	2	–	4	3		п.1 табл. 14 РПД, стр. 244-256 п.2 табл. 14 РПД, стр. 315-354 п.4 табл. 14 РПД, стр. 138-141 п.9 табл. 14 РПД, стр. 176-185						
ИТОГО:		17	17	34	30								

## 6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Типовые контрольные вопросы и задания, необходимые для оценки знаний, умений и навыков или опыта деятельности

Таблица 6 – Перечни контрольных вопросов и заданий по темам занятий для проведения текущего контроля успеваемости

Но- мер раз- деля	Но- мер темы раз- деля	Примерный перечень вопросов для оценки знаниевой компоненты	Примерные практические задания для оценки деятельной компоненты	Примерные тестовые вопросы для текущей аттестации по курсу
1	1			<p>Какая из этих жидкостей не является газообразной?</p> <p>а) жидкий азот; б) ртуть; в) водород; г) кислород;</p> <p>Идеальной жидкостью называется:</p> <p>а) жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение; б) жидкость, подходящая для применения; в) жидкость, способная сжиматься; г) жидкость, существующая только в определенных условиях.</p>

Но- мер раз- деля	Но- мер темы раз- деля	Примерный перечень вопро- сов для оценки знаниевой компоненты	Примерные практические задания для оценки дея- тельной компоненты	Примерные тестовые вопросы для текущей аттестации по курсу
				<p>Жидкость находится под давлением. Что это означает?</p> <p>а) жидкость находится в состоянии покоя;      б) жидкость течет;      в) на жидкость действует сила;      г) жидкость изменяет форму.</p> <p>Сжимаемость жидкости характеризуется:</p> <p>а) коэффициентом Генри;      б) коэффициентом температурного сжатия;      в) коэффициентом поджатия;      г) коэффициентом объемного сжатия.</p> <p>Вязкость жидкости это:</p> <p>а) способность сопротивляться скольжению или сдвигу слоев жидкости;      б) способность преодолевать внутреннее трение жидкости;      в) способность преодолевать силу трения жидкости между твердыми стенками;      г) способность перетекать по поверхности за минимальное время.</p>
2	2	<p>Каково показание <math>x</math> ртутного барометра, помещенного в водолазном колоколе, если поверхность воды в колоколе на <math>h</math> м ниже уровня моря, а показание барометра на поверхности моря <math>p</math> мм рт. ст.?</p> <p>Закрытый резервуар с жидкостью имеет выпускную трубу диаметром <math>D</math>, перекрытую дисковым затвором. Избыточное давление в резервуаре <math>p</math> кПа, высота от центра затвора до верхнего уровня жидкости <math>H</math> м. Найти силу давления <math>P</math> на клапан затвора и момент <math>M</math> этой силы относительно оси поворота затвора.</p> <p>Выполнение, подготовка отчета о выполнении и защита работы по теме «Изучение методов определения расхода воды. Сравнение ручного и полуавтоматического способов»</p>		<p>Если давление отсчитывают от абсолютного нуля, то его называют:</p> <p>а) давление вакуума;      б) атмосферным;      в) избыточным;      г) абсолютным.</p> <p>Если давление ниже относительного нуля, то его называют:</p> <p>а) абсолютным;      б) атмосферным;      в) избыточным;      г) давление вакуума.</p> <p>Массу жидкости заключенную в единице объема называют:</p> <p>а) весом;      б) удельным весом;      в) удельной плотностью;      г) плотностью.</p>

Но- мер раз- деля	Но- мер темы раз- деля	Примерный перечень вопро- сов для оценки знаниевой компоненты	Примерные практические задания для оценки дея- тельной компоненты	Примерные тестовые вопросы для текущей аттестации по курсу
				При увеличении температуры удельный вес жидкости а) уменьшается; б) увеличивается; г) сначала увеличивается, а затем уменьшается; в) не изменяется.
3	3	Гидростатика. Классификация сил, действующих в неподвижной жидкости. Закон Паскаля.  Основное уравнение гидростатики. Условие равновесия в жидкости.	На какой высоте $H$ установится вода в трубке, первоначально заполненной водой, а потом опрокинутой и погруженной открытым концом под уровень воды, если атмосферное давление составляет $P$ кПа и температура воды $T$ $^{\circ}$ С? 4. Определить работу, затрачиваемую на перемещение поршня площадью $f$ на расстояние $l$ в трубопроводе, состоящем из резервуара площадями $F_1$ и $F_2$ , заполненные при начальном положении поршня до одной и той же высоты жидкостью плотности $\rho$ . Трением поршня о стенки трубопровода пренебречь.	Какие силы называются массовыми? а) сила тяжести и сила инерции; б) сила молекулярная и сила тяжести; в) сила инерции и сила гравитационная; г) сила давления и сила поверхностная.  Какие частицы жидкости испытывают наибольшее напряжение сжатия от действия гидростатического давления? а) находящиеся на дне резервуара; б) находящиеся на свободной поверхности; в) находящиеся у боковых стенок резервуара; г) находящиеся в центре тяжести рассматриваемого объема жидкости.  Первое свойство гидростатического давления гласит а) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует от рассматриваемого объема; б) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует внутрь рассматриваемого объема; в) в каждой точке жидкости гидростатическое давление действует параллельно площадке касательной к выделенному объему и направлено произвольно; г) гидростатическое давление неизменно во всех направлениях и всегда перпендикулярно в точке его приложения к выделенному объему.
	4	Равновесие несжимаемой жидкости в поле силы тяже- сти и инерции.	Покоящийся на неподвижном поршне и открытый сверху и снизу сосуд массой $m$ состоит из двух цилиндрических частей, внутренние диаметры которых $D$ и $d$ . Определить, какой минимальный объем $W$ воды должен содержаться в верхней части сосуда, чтобы сосуд всплыл над поршнем.  Неподвижный сосуд, составленный из двух цилин- дров, заполнен жидкостью, удерживаемой порш- нями, на которые действуют силы $P_1$ и $P_2$ . Опреде-	Раздел гидравлики, в котором рассматриваются законы равновесия жид- кости называется: а) гидростатика; б) гидродинамика; в) гидромеханика; г) гидравлическая теория равновесия.

Но- мер раз- деля	Но- мер темы раз- деля	Примерный перечень вопро- сов для оценки знаниевой компоненты	Примерные практические задания для оценки дея- тельной компоненты	Примерные тестовые вопросы для текущей аттестации по курсу
			<p>лить положения <math>x</math> и <math>y</math> поршней относительно торцевой стенки сосуда, при которых система находится в равновесии. Площади поршней равны <math>F_1</math> и <math>F_2</math>, а объем жидкости между ними равен <math>W</math>. Трени-ем поршней о стенки сосуда пренебречь.</p>	<p>Третье свойство гидростатического давления гласит:</p> <p>а) гидростатическое давление в любой точке не зависит от ее координат в пространстве;      б) гидростатическое давление в точке зависит от ее координат в про-      странстве;      в) гидростатическое давление зависит от плотности жидкости;      г) гидростатическое давление всегда превышает давление, действующее на свободную поверхность жидкости.</p> <p>Основное уравнение гидростатики позволяет:</p> <p>а) определять давление, действующее на свободную поверхность;      б) определять давление на дне резервуара;      в) определять давление в любой точке рассматриваемого объема;      г) определять давление, действующее на погруженное в жидкость тело.</p> <p>Чему равно гидростатическое давление при глубине погружения точки, равной нулю:</p> <p>а) давлению над свободной поверхностью;      б) произведению объема жидкости на ее плотность;      в) разности давлений на дне резервуара и на его поверхности;      г) произведению плотности жидкости на ее удельный вес.</p> <p>Закон Паскаля гласит:</p> <p>а) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям одинаково;      б) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям согласно основному уравнению гидростатики;      в) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, увеличива-      ется пропорционально удалению от свободной поверхности;      г) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости равно сумме давлений, приложенных с других сторон рассматриваемого объема жид-      кости.</p> <p>Способность плавающего тела, выведенного из состояния равновесия, вновь возвращаться в это состояние называется:</p> <p>а) устойчивостью;      б) остойчивостью;      в) плавучестью;      г) непотопляемостью.</p>

Но- мер раз- деля	Но- мер темы раз- деля	Примерный перечень вопро- сов для оценки знаниевой компоненты	Примерные практические задания для оценки дея- тельной компоненты	Примерные тестовые вопросы для текущей аттестации по курсу
				<p>Относительным покоям жидкости называется</p> <p>а) равновесие жидкости при постоянном значении действующих на нее сил тяжести и инерции;      б) равновесие жидкости при переменном значении действующих на нее сил тяжести и инерции;      в) равновесие жидкости при неизменной силе тяжести и изменяющейся силе инерции;      г) равновесие жидкости только при неизменной силе тяжести.</p>
4	5	<p>Кинематика. Скорость. Ускорение.</p> <p>Линии и трубы тока. Свойства линий тока.</p> <p>Поток вектора скорости. Уравнение неразрывности.</p> <p>Общий характер движения жидкой частицы.</p>		<p>Во вращающемся цилиндрическом сосуде свободная поверхность имеет форму:</p> <p>а) параболы;      б) гиперболы;      в) конуса;      г) свободная поверхность горизонтальна.</p> <p>Площадь поперечного сечения потока, перпендикулярная направлению движения называется:</p> <p>а) открытым сечением;      б) живым сечением;      в) полным сечением;      г) площадь расхода.</p> <p>Объем жидкости, протекающий за единицу времени через живое сечение называется:</p> <p>а) расход потока;      б) объемный поток;      в) скорость потока;      г) скорость расхода.</p> <p>Отношение живого сечения к смоченному периметру называется:</p> <p>а) гидравлическая скорость потока;      б) гидродинамический расход потока;      в) расход потока;      г) гидравлический радиус потока.</p>
	6	<p>Вихревое движение. Вихревые линии и трубы. Образование вихрей. Теорема Гельмгольца.</p> <p>Циркуляция скорости. Теорема Стокса.</p>	<p>Найти зависимость показаний <math>h</math> водяного манометра (радиусы ветвей <math>R_1</math> и <math>R_2</math>), присоединенного к замкнутому сосуду, который наполнен газом, находящимся под вакуумом <math>p_v</math>, от следующих параметров: а) поступательного ускорения <math>a</math>, направленного по вертикали вверх и вниз; б) угловой скорости <math>w</math> сосуда.</p>	<p>Движение, при котором скорость и давление изменяются не только от координат пространства, но и от времени называется:</p> <p>а) ламинарным;      б) стационарным;      в) неустановившимся;      г) турбулентным.</p>

Но- мер раз- деля	Но- мер темы раз- деля	Примерный перечень вопро- сов для оценки знаниевой компоненты	Примерные практические задания для оценки дея- тельной компоненты	Примерные тестовые вопросы для текущей аттестации по курсу
			<p>Цилиндрический сосуд, заполненный водой, приведен во вращение с постоянной угловой скоростью <math>w</math> рад/с. Найти наименьшее давление в воде, заполняющей сосуд, по показанию <math>h</math> м ртутного манометра, вращающегося вместе с сосудом.</p> <p>Выполнение, подготовка отчета о выполнении и защита работы по теме «Изучение режима течения жидкости. Визуализация ламинарного и турбулентного режимов течения»</p>	<p>При неустановившемся движении, кривая, в каждой точке которой вектора скорости в данный момент времени направлены по касательной называется:</p> <p>а) траектория тока; б) трубка тока; в) струйка тока; г) линия тока.</p>
	7	Безвихревое движение.	<p>Отверстие в перегородке замкнутого сосуда закрыто круглой крышкой диаметром <math>D</math> м. Левая секция заполнена ртутью до центра крышки. Над ртутью находится газ под абсолютным давлением <math>p_1</math> кПа. В правой секции находится газ под абсолютным давлением <math>p_2</math> кПа. При каком давлении <math>p_2</math> сила <math>P</math> давления на крышку будет равна нулю? Найти в этом случае момент <math>M</math> пары сил, действующей на крышку.</p> <p>Цилиндрический сосуд, заполненный водой, приведен во вращение с постоянной угловой скоростью <math>w</math> рад/с. При какой угловой скорости равновесие жидкости в сосуде нарушится, если разрыв жидкости происходит при вакууме <math>p</math> кПа?</p>	<p>Элементарная струйка – это:</p> <p>а) трубка потока, окруженная линиями тока; б) часть потока, заключенная внутри трубы тока; в) объем потока, движущийся вдоль линии тока; г) неразрывный поток с произвольной траекторией.</p> <p>Течение жидкости без свободной поверхности в трубопроводах с повышенным или пониженным давлением называется:</p> <p>а) безнапорное; б) напорное; в) неустановившееся; г) несвободное (закрытое).</p>
5	8	Гидродинамика. Свойства напряжений поверхностных сил. Гидродинамическое давление.	<p>Уровень жидкости в трубке Пито поднялся на высоту <math>H = 15</math> см. Чему равна скорость жидкости в трубопроводе?</p> <p>а) 2,94 м/с; б) 17,2 м/с; в) 1,72 м/с; г) 8,64 м/с.</p>	<p>Показание уровня жидкости в трубке Пито отражает:</p> <p>а) разность между уровнем полной и пьезометрической энергией; б) изменение пьезометрической энергии; в) скоростьную энергию; г) уровень полной энергии.</p> <p>Значение коэффициента Кориолиса для турбулентного режима движения жидкости равно:</p> <p>а) 1,5; б) 2; в) 3; г) 1.</p>
	9	Уравнение движения жидкости в напряжениях.	Давление на поверхности воды в резервуаре измеряется ртутным U-образным манометром. Как изменится показание $h$ манометра, если его переместить вниз на $a$ мм при неизменном давлении на	Что является источником потерь энергии движущейся жидкости? <p>а) плотность; б) вязкость; в) расход жидкости;</p>

Но- мер раз- деля	Но- мер темы раз- деля	Примерный перечень вопро- сов для оценки знаниевой компоненты	Примерные практические задания для оценки дея- тельной компоненты	Примерные тестовые вопросы для текущей аттестации по курсу
			<p>поверхности воды и практически неизменном ее уровне?</p> <p>Замкнутый резервуар с нефтью разделен на две части плоской перегородкой, имеющей квадратное отверстие со стороной <math>a</math> м. Давление над нефтью в левой части резервуара определяется показаниями манометра <math>M</math> кПа, а в правой – показаниями вакуумметра <math>V</math> кПа. Найти значение и плечо <math>x</math> результирующей силы <math>P</math> давления на крышку, закрывающую отверстие в перегородке.</p>	<p>г) изменение направления движения.</p> <p>Влияет ли режим движения жидкости на гидравлическое сопротивление?</p> <p>а) влияет; б) не влияет; в) влияет только при определенных условиях; г) при наличии местных гидравлических сопротивлений.</p>
10	<p>Гипотеза Ньютона. Уравнение Навье-Стокса.</p> <p>Уравнение Бернулли для струйки вязкой несжимаемой жидкости.</p> <p>Уравнение Бернулли для потока вязкой несжимаемой жидкости.</p>		<p>Использование шкалы с постоянным нулем при измерении давлений чашечным ртутным манометром или вакуумметром вносит погрешность в результат измерения. Для нахождения истинного значения давления в показание <math>h</math> прибора необходимо вносить поправку на смещение <math>\Delta h</math> уровня ртути в чашке. Определить относительную погрешность измерения давления этим манометром, вызываемую смещением уровня ртути в чашке прибора при диаметрах чашки <math>D</math> и трубы <math>d</math>.</p> <p>Тонкостенный сосуд <math>A</math> высотой <math>H</math> мм и диаметром <math>d</math> мм с отверстием внизу плавает в воде, содержащейся в цилиндре диаметром <math>D</math> мм. Найти силу <math>P</math>, которая должна действовать на поршень, чтобы сосуд <math>A</math> погрузился на дно цилиндра, если первоначальное заполнение сосуда водой <math>h_2</math> мм.</p> <p>Выполнение, подготовка отчета о выполнении и защита работы по теме «Иллюстрация уравнения Бернулли, диаграмма напоров»</p>	<p>Член уравнения Бернулли, обозначаемый <math>v^2/2g</math> выражением называется:</p> <p>а) скоростной высотой; б) геометрической высотой; в) пьезометрической высотой; г) потерянной высотой.</p> <p>Уравнение Бернулли для двух различных сечений потока дает взаимосвязь между:</p> <p>а) давлением, расходом и скоростью; б) скоростью, давлением и коэффициентом Кориолиса; в) давлением, скоростью и геометрической высотой; г) геометрической высотой, скоростью, расходом.</p> <p>Турбулентный режим движения жидкости это:</p> <p>а) режим, при котором частицы жидкости сохраняют определенный строй (движутся послойно); б) режим, при котором частицы жидкости перемещаются в трубопроводе бессистемно; в) режим, при котором частицы жидкости двигаются как послойно так и бессистемно; г) режим, при котором частицы жидкости двигаются послойно только в центре трубопровода.</p> <p>При каком режиме движения жидкости в трубопроводе наблюдается пульсация скоростей и давлений?</p> <p>а) при ламинарном; б) при скоростном; в) при турбулентном; г) при отсутствии движения жидкости.</p>

Но- мер раз- деля	Но- мер темы раз- деля	Примерный перечень вопро- сов для оценки знаниевой компоненты	Примерные практические задания для оценки дея- тельной компоненты	Примерные тестовые вопросы для текущей аттестации по курсу
				<p>При турбулентном движении жидкости в трубопроводе наблюдаются следующие явления:</p> <p>а) пульсация скоростей и давлений;      б) отсутствие пульсации скоростей и давлений;      в) пульсация скоростей и отсутствие пульсации давлений;      г) пульсация давлений и отсутствие пульсации скоростей.</p> <p>Где скорость движения жидкости максимальна при ламинарном режиме?</p> <p>а) у стенок трубопровода;      б) в центре трубопровода;      в) может быть максимальна в любом месте;      г) в начале трубопровода.</p>
6	11	<p>Подобие гидромеханических процессов. Виды подобия.</p> <p>Условия подобия. Критерии подобия.</p> <p>Определяющие критерии.</p>	<p>Тонкостенный сосуд <math>A</math> высотой <math>H</math> мм и диаметром <math>d</math> мм с отверстием внизу плавает в воде, содержащейся в цилиндре диаметром <math>D</math> мм. Определить массу <math>m</math> сосуда <math>A</math>, если давление на поверхности воды в цилиндре атмосферное, а разность уровней воды в сосуде и цилиндре <math>h</math>.</p>	<p>От каких параметров зависит значение числа Рейнольдса?</p> <p>а) от диаметра трубопровода, кинематической вязкости жидкости и скорости движения жидкости;      б) от расхода жидкости, от температуры жидкости, от длины трубопровода;      в) от динамической вязкости, от плотности и от скорости движения жидкости;      г) от скорости движения жидкости, от шероховатости стенок трубопровода, от вязкости жидкости.</p>
7	12	Ламинарное и турбулентное стабилизированные движения жидкости в трубах и каналах.	<p>Определить, какое избыточное давление воздуха установится в плавающем толстостенном колоколе внутренним диаметром <math>d</math> м и внешним <math>D</math> м, высотой <math>a</math> м и массой <math>m</math> кг при атмосферном давлении. Процесс сжатия воздуха в колоколе считать изотермическим.</p> <p>Аппарат, плавающий на поверхности воды, имеет люк, закрытый изнутри плоской крышкой диаметром <math>d</math> м. Определить силу давления <math>P</math> на крышку, если внутри аппарата вакуум <math>p</math> кПа. Найти расстояние <math>\Delta l</math> линии действия этой силы до оси люка.</p> <p>Выполнение, подготовка отчета о выполнении и защита работы по теме «Исследование характеристик трубопроводов при различных режимах течения от ламинарного до турбулентного в круглой трубе»</p>	
8	13	Гидравлические потери. Об-	Отверстие в перегородке замкнутого сосуда закры-	Для определения потерь напора служит:

Но- мер раз- деля	Но- мер темы раз- деля	Примерный перечень вопро- сов для оценки знаниевой компоненты	Примерные практические задания для оценки дея- тельной компоненты	Примерные тестовые вопросы для текущей аттестации по курсу
		щая структура формул для расчета потерь напора.  Потери на трение по длине. Формула Дарси. График Никурадзе. График реальных труб.	<p>то круглой крышкой диаметром <math>D</math> м. Левая секция заполнена ртутью до центра крышки. Над ртутью находится газ под абсолютным давлением <math>p_1</math> кПа. В правой секции находится газ под абсолютным давлением <math>p_2</math> кПа. Определить давление <math>P</math> на крышку при <math>p_2=0</math>.</p> <p>Выполнение, подготовка отчета о выполнении и защита работы по теме «Исследование потерь давления (напора) при течении через местное сопротивление. Определение коэффициента гидравлического сопротивления»</p> <p>Выполнение, подготовка отчета о выполнении и защита работы по теме «Изучение силового взаимодействия незатопленной струи на твердую механическую преграду»</p> <p>Выполнение, подготовка отчета о выполнении и защита работы по теме «Изучение гидравлических сопротивлений потерь в промышленных элементах водопроводных систем тройник, отвод»</p>	<p>а) число Рейнольдса; б) формула Вейсбаха-Дарси; в) номограмма Колброка-Уайта; г) график Никурадзе.</p> <p>Что такое длинный трубопровод? а) трубопровод, длина которого превышает значение <math>100d</math>; б) трубопровод, в котором линейные потери напора не превышают 5...10% местных потерь напора; в) трубопровод, в котором местные потери напора меньше 5...10% потерь напора по длине; г) трубопровод постоянного сечения с местными сопротивлениями.</p>
14	Местные потери. Местные сопротивления. Формула Вейсбаха. Классификация местных сопротивлений.		Найти, как распределяется расход $Q$ л/с между двумя параллельными трубками, одна из которых имеет длину $l_1$ м и диаметр $d_1$ м, а другая (с задвижкой, коэффициент сопротивления которой $\zeta$ ) имеет длину $l_2$ м и диаметр $d_2$ м. Какова будет потеря напора в разветвленном участке? Значения коэффициентов сопротивления трения труб $\lambda_1$ и $\lambda_2$ . Потери напора в тройниках не учитывать.	<p>Что такое характеристика трубопровода? а) зависимость давления на конце трубопровода от расхода жидкости; б) зависимость суммарной потери напора от давления; в) зависимость суммарной потери напора от расхода; г) зависимость сопротивления трубопровода от его длины.</p> <p>Потребный напор это: а) напор, полученный в конечном сечении трубопровода; б) напор, который нужно сообщить системе для достижения необходимого давления и расхода в конечном сечении; в) напор, затрачиваемый на преодоление местных сопротивлений трубопровода; г) напор, сообщаемый системе.</p>
15	Принцип суперпозиции потерь. Расчет простых трубопроводных систем. Прямой и обратный методы.		Давление на поверхности воды в резервуаре изменяется ртутным U-образным манометром. Как изменится показание $h$ манометра, если его переместить вниз на $a$ мм при неизменном давлении на	<p>Какие трубопроводы называются простыми? а) последовательно соединенные трубопроводы одного или различных сечений без ответвлений; б) параллельно соединенные трубопроводы одного сечения;</p>

Но- мер раз- деля	Но- мер темы раз- деля	Примерный перечень вопро- сов для оценки знаниевой компоненты	Примерные практические задания для оценки дея- тельной компоненты	Примерные тестовые вопросы для текущей аттестации по курсу
		<p>Пограничный слой. Опреде- ление. Классификация.</p> <p>Толщина пограничного слоя. Толщина вытеснения. Тол- щина потери импульса.</p>	<p>поверхности воды и практически неизменном ее уровне?</p>	<p>в) трубопроводы, не содержащие местных сопротивлений; г) последовательно соединенные трубопроводы содержащие не более одного ответвления.</p> <p>Если для простого трубопровода записать уравнение Бернулли, то пье- зометрическая высота, стоящая в левой части уравнения называется: а) потребным напором; б) располагаемым напором; в) полным напором; г) начальным напором.</p>

## Примерное задание для курсовой работы

**Задание:** построить гидравлическую характеристику трубопроводной системы («сложный» трубопровод) и гидравлические характеристики составных участков схемы.

В качестве исходных данных заданы: расход жидкости на входном участке «сложного» трубопровода, геометрические размеры всех элементов гидравлической трассы, шероховатость используемых труб, а также теплофизические свойства перекачиваемой среды.

Перекачиваемая среда:  $H_2O$  ( $t = 20$  °C); 4

Шероховатость труб:  $\Delta = 2 \cdot 10^{-5}$  м;

Расход через систему:  $Q_{max} = 25$  л/с;

Геометрические

параметры схемы:  $\Theta_1 = 30^\circ$ ;

$\Theta_2 = 15^\circ$ ;

$R_1 = 0,15$  м;

$d_1 = 0,10$  м;

$d_2 = 0,20$  м;

$L_1 = 6,08$  м;

$L_2 = 5,06$  м;

$L_3 = 8,10$  м;

$L_4 = 3,04$  м;

$L_5 = 7,09$  м;

$L_6 = 2,03$  м;

$L_7 = 4,05$  м.

Схема сложного трубопровода представлена на рисунке 1.

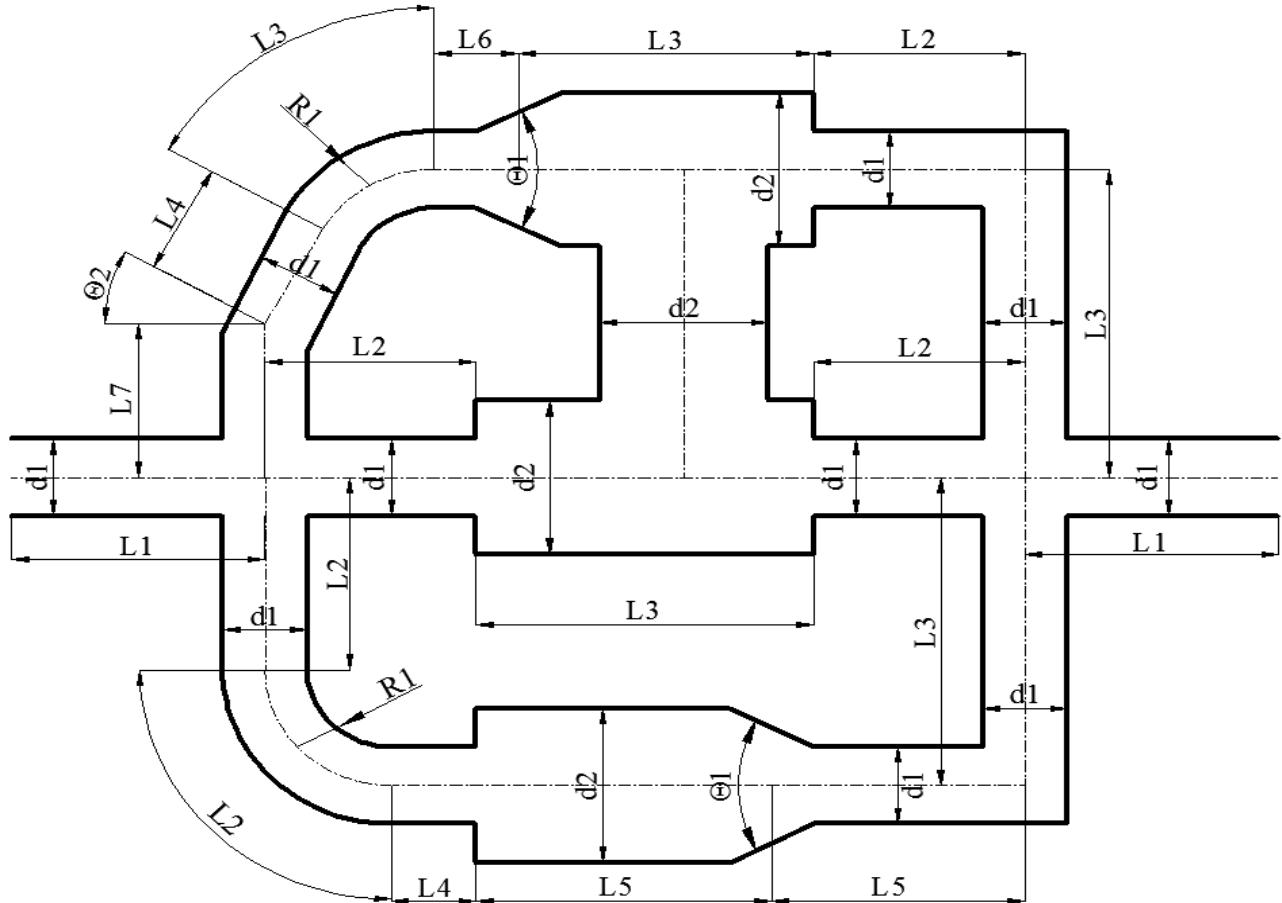


Рисунок 1 – Схема сложного трубопровода

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится путем сдачи обучающимися экзамена и защиты курсовой работы. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию представлен в таблице 6.

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Процедуры оценивания формируемых компетенций определяют следующие нормативные документы, разработанные в НГТУ и к которым возможен доступ на сайте учебно-методического управления <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie> по вкладке «Нормативные документы и локальные акты по обеспечению образовательного процесса НГТУ»:

1. Положение о фонде оценочных средств для проведения текущего контроля, промежуточной аттестации и государственной итоговой аттестации обучающихся по программам высшего образования (НГТУ ПВД-11.4/158-23).

2. Положение о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.1/30-23).

В результате изучения дисциплины «Механика жидкости и газа» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения компетенций ОПК-1 и ПКС-3, с которыми они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторе достижения компетенций (таблицы 3). Оценивание формируемых компетенций в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблицах 7-13.

**Таблица 7 – Балльная система оценки освоения студентом материала на этапе текущей аттестации по дисциплине «Механика жидкости и газа»**

Компоненты учебного процесса	Показатели оценивания компетенций	Шкала оценивания на этапе текущего контроля				Баллы
		Отсутствие усвоения <b>0 баллов</b>	Не полное усвоение <b>1 балл</b>	Хорошее усвоение <b>2 балла</b>	Отличное усвоение <b>3 балла</b>	
аудиторная работа	письменный опрос	отсутствие ответа	сжатый ответ неполное раскрытие темы	полный ответ цитатами из лекций или учебников	исчерпывающий ответ, построенный своими фразами с пониманием написанного	<b>от 0 до 3</b>
	выполнение и защита лабораторной работы	не выполнен отчет по работе	отчет по работе выполнен с ошибками, ответы на вопросы при защите неполные	отчет по работе выполнен без ошибок с отдельными замечаниями, недостаточно полные ответы на вопросы при защите	отчет по работе выполнен верно, развернутые ответы на вопросы при защите	<b>от 0 до 3</b>
	выполнение тестов	выполнение менее 40%	выполнение выше 40%	выполнение более 60%	выполнение более 80%	<b>от 0 до 3</b>
	решение индивидуальных практических заданий	не правильное решение	Решение с ошибками	правильное решение без ошибок с отдельными замечаниями	правильное решение без ошибок	<b>от 0 до 3</b>
самостоятельная работа	выполнение курсовой работы	отсутствие или выполнение работы не в полном объеме	выполнение в полном объеме с ошибками	выполнение в полном объеме с отдельными замечаниями	выполнение в полном объеме без замечаний	<b>от 0 до 3</b>
посещаемость занятий	уровень посещаемости	менее 40%	от 41% до 60%	от 61% до 80%	от 81% до 100%	<b>от 0 до 3</b>
<b>Итого</b>						<b>от 0 до 20</b>

**Таблица 8 – Шкала оценивания этап текущей аттестации по дисциплине «Механика жидкости и газа»**

Этап освоения	Оценка	Сумма баллов
Отсутствие усвоения (ниже порога)	«не удовлетворительно»	от 0 до 5
Не полное усвоение (пороговый)	«удовлетворительно»	от 6 до 10
Хорошее усвоение (углубленный)	«хорошо»	от 11 до 15
Отличное усвоение (продвинутый)	«отлично»	от 16 до 20

В соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им.

Р.Е. Алексеева по итогам текущего контроля по дисциплине в семестре преподаватель решает вопрос о возможности прохождения студентом промежуточной аттестации по дисциплине. Студенты, не выполнившие минимальные требования по рабочей программе дисциплины (Таблица 8 строка 3) и имеющие до 50% пропусков занятий, не допускаются к промежуточной аттестации по данной дисциплине и получают академическую задолженность по данной дисциплине на основании докладной записки преподавателя заведующему кафедрой и служебной записки заведующего кафедрой «Атомные и тепловые станции» директору ИЯЭиТФ о студентах, не выполнивших всех предусмотренных заданий по дисциплине.

Используя различные «комбинации» по шкале оценивания, выставляется оценка, которая учитывается преподавателем при промежуточной аттестации.

**Таблица 9 – Критерии оценивания этап текущей аттестации по дисциплине «Механика жидкости и газа»**

Уровень освоения	Критерии
неудовлетворительно	не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, не уверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. не способен продолжить обучение без дополнительных занятий
удовлетворительно	способен применить знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. имеются затруднения с выводами способен к решению конкретных практических задач из числа предусмотренных рабочей программой
хорошо	способен логично мыслить, способен системно излагать материал, излагает его, не допуская существенных неточностей. способен эффективно применять теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. допускает единичные ошибки в решении проблем
отлично	свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. способен легко ориентироваться при ви- доизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач

**Таблица 10 – Этап промежуточной аттестации по дисциплине «Механика жидкости и газа»**

Наименование этапа оценивания	Показатели оценивания	Шкала (уровень) оценивания на этапе промежуточной аттестации				
		Отсутствие усвоения (ниже порога)	Не полное усвоение (пороговый)	Хорошее усвоение (углубленный)	Отличное усвоение (продвинутый)	Этапы контроля
Усвоение материала дисциплины	Знаниевая компонента (ответы на вопросы)	отсутствие или неудовлетворительные ответы на вопросы <b>0 баллов</b>	удовлетворительные ответы на вопросы <b>1 балл</b>	хорошие ответы на вопросы <b>2 балл</b>	отличные ответы на вопросы <b>3 балла</b>	Экзамен
	Деятельностная компонента (решение задач)	отсутствие решения, грубые ошибки <b>0 баллов</b>	решение с ошибками <b>2 балла</b>	правильное решение с отдельными замечаниями <b>4 балла</b>	верное решение, без ошибок <b>6 баллов</b>	Экзамен

**Таблица 11 – Шкала оценивания этап промежуточной аттестации по дисциплине «Механика жидкости и газа»**

Этап освоения	Оценка	Сумма баллов $Z_i + Y_i$
Отсутствие усвоения (ниже порога)	«не удовлетворительно»	от 0 до 2
Не полное усвоение (пороговый)	«удовлетворительно»	от 2 до 4
Хорошее усвоение (углубленный)	«хорошо»	от 5 до 7
Отличное усвоение (продвинутый)	«отлично»	от 8 до 9

**Таблица 12 – Шкала оценивания для экзамена**

Оценка	Критерии	
	Знаниевая компонента	Деятельностная компонента
неудовлетворительно	отсутствует понятие об основных характерных особенностях гидравлических процессов, специфичных для сложных гидравлических контуров, характерных для ядерных энергетических установок и об основных особенностях физического моделирования течений идеальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей, а также отсутствует понятие об основах гидравлического расчета, наборе исходных и выходных параметров расчета, основных физических свойствах жидкостей и газов, общих законах и уравнениях статики, кинематики и динамики жидкостей и газов	неспособность выполнять типовые гидравлические расчеты простых и сложных гидравлических контуров, а также неспособность определять необходимый и достаточный набор параметров, являющихся входными для гидравлического расчета схем простых и сложных гидравлических контуров
удовлетворительно	нетвердые знания основных характерных особенностей гидравлических процессов, специфичных для сложных гидравлических контуров, характерных для ядерных энергетических установок и основных особенностей физического моделирования течений идеальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей, а также нетвердые знания основ гидравлического расчета, набора исходных и выходных параметров расчета, основных физических свойств жидкостей и газов, общих законов и уравнений статики, кинематики и динамики жидкостей и газов	затруднения при выполнении типовых гидравлических расчетов простых и сложных гидравлических контуров, а также затруднения при определении необходимого и достаточного набора параметров, являющихся входными для гидравлического расчета схем простых и сложных гидравлических контуров
хорошо	уверенные знания основных характерных особенностей гидравлических процессов, специфичных для сложных гидравлических контуров, характерных для ядерных энергетических установок и основных особенностей физического моделирования течений идеальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей, а также уверенные знания основ гидравлического расчета, набора исходных и выходных параметров расчета, основных физических свойств жидкостей и газов, общих законов и уравнений статики, кинематики и динамики жидкостей и газов	способность выполнять типовые гидравлические расчеты простых и сложных гидравлических контуров с незначительными затруднениями, а также способность определять необходимый и достаточный набор параметров, являющихся входными для гидравлического расчета схем простых и сложных гидравлических контуров с незначительными затруднениями
отлично	способность рассуждать об основных характерных особенностях гидравлических процессов, специфичных для сложных гидравлических контуров, характерных для ядерных энергетических установок и об основных особенностях физического моделирования течений идеальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей, а также способность рассуждать об основах гидравлического расчета, наборе исходных и выходных параметров расчета, основных физических свойствах жидкостей и газов, общих законах и уравнениях статики, кинематики и динамики жидкостей и газов	способность выполнять типовые гидравлические расчеты простых и сложных гидравлических контуров, а также способность определять необходимый и достаточный набор параметров, являющихся входными для гидравлического расчета схем простых и сложных гидравлических контуров

**Таблица 13 – Шкала оценивания выполнения курсовой работы**

Оценка	Критерии	
	Знаниевая компонента	Деятельностная компонента
неудовлетворительно	неверны методические подходы к выполнению курсовой работы, неверно усвоены цели и задачи ее выполнения, работа не выполнена или выполнена и представлена к защите не в указанные преподавателем сроки, отсутствует понимание приведенных в работе теоретических формулировок и возможность объяснить смысл полученных в ходе ее выполнения результатов, исходные данные к работе не соответствуют варианту исходных данных, выданных преподавателем	в расчетной части курсовой работы использованы неверные уравнения, корреляции и соотношения, неграмотно оформлены и представлены результаты выполнения работы, некорректно сформулированы или отсутствуют выводы по проделанной работе, графические иллюстрации не соответствуют содержательной части КР, работа оформлена без соблюдения требований СТП НГТУ им. Р.Е. Алексеева, утеряна логическая связь в изложении текста работы

Оценка	Критерии	
	Знаниевая компонента	Деятельностная компонента
удовлетворительно	методические подходы к выполнению курсовой работы неточны, нетвердо усвоены цели и задачи ее выполнения, работа выполнена и представлена к защите с опозданием, отсутствует полное понимание приведенных в работе теоретических формулировок и невозможность полноценно объяснить смысл полученных в ходе ее выполнения результатов, исходные данные к работе соответствуют варианту исходных данных, выданных преподавателем	в расчетной части курсовой работы использованы верные уравнения, корреляции и соотношения, недостаточно аккуратно оформлены и представлены результаты выполнения работы, некорректно сформулированы или отсутствуют выводы по проделанной работе, графические иллюстрации не соответствуют содержательной части КР, работа оформлена без соблюдения требований СТП НГТУ им. Р.Е. Алексеева, утеряна логическая связь в изложении текста работы
хорошо	методические подходы к выполнению курсовой работы точны, усвоены цели и задачи ее выполнения, работа выполнена и представлена к защите в указанные преподавателем сроки, не полноценное понимание приведенных в работе теоретических формулировок и возможность объяснить смысл полученных в ходе ее выполнения результатов с достаточной точностью, исходные данные к работе соответствуют варианту исходных данных, выданных преподавателем	в расчетной части курсовой работы использованы верные уравнения, корреляции и соотношения, недостаточно аккуратно оформлены и представлены результаты выполнения работы, корректно сформулированы выводы по проделанной работе, графические иллюстрации соответствуют содержательной части КР, работа оформлена с неполным соблюдением требований СТП НГТУ им. Р.Е. Алексеева, присутствует логическая связь в изложении текста работы
отлично	методические подходы к выполнению курсовой работы точны, усвоены цели и задачи ее выполнения, работа выполнена и представлена к защите в указанные преподавателем сроки, глубокое, всецелое понимание приведенных в работе теоретических формулировок и возможность объяснить смысл полученных в ходе ее выполнения результатов с достаточной точностью, исходные данные к работе соответствуют варианту исходных данных, выданных преподавателем	в расчетной части курсовой работы использованы верные уравнения, корреляции и соотношения, аккуратно оформлены и представлены результаты выполнения работы, корректно сформулированы выводы по проделанной работе, графические иллюстрации соответствуют содержательной части КР, работа оформлена с соблюдением требований СТП НГТУ им. Р.Е. Алексеева, присутствует логическая связь в изложении текста работы

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Учебная литература и печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными и электронными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

**Таблица 14 – Список учебной литературы, печатных и электронных изданий**

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Кол-во экземпл. в библ-ке
1 Основная литература		
1	Лапшев, Н.Н. Гидравлика: Учебник / Н.Н. Лапшев. – 3-е изд.,степ. – М.: Академия, 2010. – 270 с.	3
2	Семенов, В.П. Основы механики жидкости: Учеб.пособие / В.П. Семенов ФГБОУ "Магнитогор.гос.ун-т". – М.: Флинта; Наука, 2013. – 375 с.	5
3	Гидравлика: Учебник и практикум / В.А. Кудинов [и др.]; Самар.гос.техн.ун-т; Под ред.В.А.Кудинова. – 4-е изд.,перераб.и доп. – М.: Юрайт, 2014. – 387 с.	1
2 Дополнительная литература		
4	Савинов, В. Н. Гидравлика: комплекс учебно-метод. материалов / В.Н. Савинов. – НГТУ – Н.Новгород 2009 – 144 с.	175
5	Лабунцов, Д. А. Механика двухфазных систем: учеб. пособие / Д.А. Лабунцов, В.В. Ягов. – М.: Изд. дом МЭИ, 2007– 384 с.	3
6	Кудинов, В. А. Гидравлика: учеб. пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов. – М.: Высш. шк. 2008 – 200 с.	10
7	Кудинов, А. А. Техническая гидромеханика: учеб.пособие / А.А. Кудинов. – М.: Машиностроение 2008 – 368 с.	10
8	Давидсон, В. Е. Основы гидрогазодинамики в примерах и задачах: учеб. пособие / В.Е. Давидсон. – М.: Академия 2008 – 320 с.	25
9	Метревели, В. Н. Сборник задач по курсу гидравлики с решениями: учеб. пособие / В.Н. Метревели. – М.: Высш. шк. 2007 – 192 с.	40

## 7.2. Справочно-библиографическая и научная литература

Справочно-библиографическая и научная литература представлена следующими периодическими изданиями:

- 1) Журнал «Известия Академии наук. Энергетика» (1999-2022 гг.)
- 2) Журнал «Энергетик» (1997-2022 гг.)
- 3) Журнал «Промышленная энергетика» (2007-2022 гг.)
- 4) Журнал «Теплоэнергетика» (1998-2022 гг.)

## 7.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

В помощь участникам образовательного процесса (преподавателям и студентам) в НГТУ разработаны следующие учебно-методические документы:

- 1) Методические рекомендации по применению интерактивных форм, методов и технологий обучения;
- 2) Методические рекомендации к лекционным и практическим занятиям по дисциплине;
- 3) Методические рекомендации по оформлению практических работ обучающихся;
- 4) Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине.

Указанные материалы размещены в электронном виде на сайте учебно-методического управления <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie> в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ».

## 8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента для выполнения следующих задач:

- демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий;
- использование электронной образовательной среды университета;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

### 8.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Сайт научно-технической библиотеки (НТБ):

- главная страница НТБ: <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>;
- электронная библиотека НГТУ: <https://library.nntu.ru/megapro/web>;
- библиотека электронных учебников: <http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>.

На странице «Ресурсы» сайта НТБ по соответствующим вкладкам возможен доступ к необходимым ресурсам на следующих страницах:

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;
- «Книжная полка» по вкладке «Библиотека электронных учебников»;
- «Электронно-библиотечная система «Лань» по вкладке «ЭБС «Лань»;
- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - Студенческая электронная библиотека» по вкладке «ЭБС «Консультант студента»;
- «ЮРАЙТ – образовательная платформа» по вкладке «ЭБС «Юрайт».

Таблица 15 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>
4	TNT-ebook	<a href="https://www.tnt-ebook.ru/">https://www.tnt-ebook.ru/</a>

Кроме того, со страницы «Ресурсы» сайта НТБ возможен доступ к информационно-аналитическим платформам с информацией о ведущих международных научных публикациях Web of Science и Scopus, а также к реферативным журналам, выбранным из баз данных Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН) и выписываемым НТБ.

С компьютеров специализированных аудиторий НТБ (ауд. 2201, 2210, 6162) возможен доступ к внешним ресурсам:

- профессиональным справочным системам «Кодекс», «Гарант», «КонсультантПлюс», «Техэксперт»;
  - Федеральному информационному фонду стандартов ФГУП «Стандартинформ».
- С компьютеров сети НГТУ возможен доступ к базам данных, журналам и коллекциям электронных книг таких зарубежных издательств, как:

- платформа НЭИКОН, включающая 10 издательств;
- Elsevier (журналы Freedom Collection);
- Springer Nature (журналы и коллекции электронных книг);
- Wiley (полнотекстовая коллекция журналов);
- Questel (база данных патентного поиска Orbit Intelligence Premium).

В свободном доступе находятся:

- научная электронная библиотека ELIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>;
- научная электронная библиотека «Кибер Ленинка»: <https://cyberleninka.ru/journal>;
- электронно-библиотечная система издательства «Наука»: <https://www.libnauka.ru/>
- информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН: <http://www.vlibrary.ru/>.

## 8.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В таблице 16 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ)

Таблица 16 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

## 9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 17 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. Информация размещена в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»: <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>.

Таблица 17 -- Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

п/п	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1.	ЭБС «Консультант студента»	Озвучка книг и увеличение шрифта
2.	ЭБС «Лань»	Специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3.	ЭБС «Юрайт»	Версия для слабовидящих

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебный процесс по данной дисциплине обеспечен современным аудиторным фондом. В процессе проведения аудиторных и самостоятельных занятий преподаватели и студенты имеют возможность доступа к информационно-коммуникационной сети «Интернет», как на территории НГТУ, так и вне ее.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Механика жидкости и газа» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 18.

**Таблица 18 – Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине**

№ п/п	Номера и наименования аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1.	<u>5115, 5209, 5210, 5220, 5225, 5232, 5236</u> Учебные аудитории для проведения лекций, семинаров, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска меловая. Ноутбук HP Intel® Core™ i3-5005U CPU @ 2.00GHz 2.00 GHz 8 Gb; Мультимедийный проектор стационарный потолочный Epson EB-X500; Экран.	Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18) Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKG от 20.05.2024); MS Office 2010 MS Open License, 60853088, Academic Adobe Acrobat Reader DC-Russian (Прориетарное ПО) 7-zip (Свободное ПО, GNU LGPL) OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. (свободное ПО) Google Chrome, версия 49.0.2623.87 (свободное ПО)
2.	<u>5214</u> Информационно - образовательный центр для проведения практических занятий, коллоквиума и самостоятельной работы	Рабочее место студента – 28 Доска меловая; ПЭВМ – 14 шт. (процессор Inter® Core™ 2 CPU 6320 @ 1.86 GHz 1.87 GHz, ОЗУ 2 ГБ) с доступом к сети «Интернет» и ЭБС НГТУ	Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18); Astra Linux (Orel) 2.12.432; P7 Офис (с/н 5260001439); Распространяемое по свободной лицензии: - Visual Studio 2010 (подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная); - Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, //get.adobe.com/reader, бесплатное ПО; - Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО; MATLAB, версия R2008a, бесплатное ПО.
3.	<u>5202</u> Лаборатория «Экспериментальная теплогидравлика» для проведения и защиты лабораторных работ по курсу	1. Лабораторная установка для изучения теплообменников типа "кожухотрубный" и "труба в трубе"; 2. Лабораторная установка для изучения механики жидкостей и газов; 3. Лабораторная установка для изучения процессов кипения-конденсации жидкостей; 4. Лабораторная установка для изучения дымовых газов. 5. Посадочных мест - 10.	–

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Основными элементами структуры аудиторной работы по дисциплине являются:

- виды аудиторной работы;
- формы аудиторной работы, включающие формы ее выполнения, формы представления ее результатов и формы контроля уровня освоения компетенций ОПК-1 и ПКС-3.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

- работа на лекциях;
- выполнение практических заданий;
- выполнение и защита лабораторных работ.

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

- лекции;
- практические занятия (решение задач);
- консультации.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

- конспекты;
- рабочие материалы;
- отчеты о выполнении лабораторных работ;
- оформленные результаты решения задач.

Уровень развития компетенций ОПК-1 и ПКС-3 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

- на контрольном опросе (тесте) по пройденному материалу (знать);
- по результатам выполнения заданий на практических занятиях (уметь, владеть);
- при защите отчетов о выполнении лабораторных работ (знать, уметь).

Функциональные свойства форм аудиторной работы определены свойствами применяемых технологий, обеспечивающих изучение и освоение объема содержания дисциплины, отнесенного к определенной форме.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих образовательных технологий:

- на лекционных занятиях – проблемные лекции;
- на лабораторных занятиях – работа в малых группах;
- на практических занятиях – работа в малых группах – диалоги.

По итогам текущей успеваемости преподаватель принимает решение о допуске студента к промежуточной аттестации по дисциплине в соответствии с разделом 6.2 настоящей РПД.

## **11.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекция, как форма выполнения аудиторной работы, призвана донести до обучающихся знания теоретического материала дисциплины. Лекции обеспечивают, прежде всего, формирование компонента «знать» компетенций ОПК-1 и ПКС-3.

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины. Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала.

Объемы теоретического материала, изучаемого на лекциях еженедельно, обеспечивают выполнение запланированных форм аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов. Проблемная лекция определяется постановкой вопросов или задач, моделирующих проблемную, «напряженную» ситуацию, разрешение которой происходит непосредственно («на глазах») в ходе изложения темы на основе вовлечения студентов в диалогические формы коммуникации, активизирующие познавательную деятельность.

Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к семинарам, практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

## **11.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

Весь комплекс лабораторных работ по курсу выполняется в малых группах студентов на лабораторном стенде «Экспериментальная механика жидкости», включающий в себя комплекс центробежных насосов, основной, накопительный и чернильный баки, комплекс запорной арматуры, измерительных приборов и устройств, опытных и соединительных трубопроводов, размещенных на сварной раме. Предполагается выполнение эксперимента в соответствии с методическими рекомендациями, оформление протокола испытаний, анализ полученных данных и оформление отчета об эксперименте, а также его очная защита перед преподавателем с изложением краткой теории, лежащей в основе эксперимента, хода эксперимента, полученных результатов и выводов по работе, а также ответов на вопросы преподавателя.

#### **11.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях при работе в малых группах**

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в форме работы в малых группах. Они формируют, прежде всего, компоненты «уметь» и «владеть» компетенций ОПК-1 и ПКС-3 и ориентированы на решение типовых (базовых) задач, содержащих типовые механизмы, процедуры применения изучаемых методов, методик, подходов, алгоритмов, моделей и пр. Работа в малых группах – это совместная работа студентов в группах из 2-4 человек над определенным заданием, при выполнении которого они самостоятельно или с помощью преподавателя устанавливают нормы общения и взаимодействия, выбирают направление своей работы и средства для ее достижения. Члены группы сами устанавливают регламент общения, самостоятельно направляют свою деятельность, отдавая предпочтение наиболее компетентному и организованному лидеру представить результаты работы группы преподавателю. Основное назначение групповой работы – решение сложных проблем, требующих совместных усилий.

#### **11.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа студентов обеспечивает их подготовку аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в настоящей РПД.

В процессе самостоятельной работы студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы, указанных в таблице 16. В этих аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к ЭИОС и ЭБС, где в электронном виде располагаются необходимые учебные и учебно-методические материалы.

#### **11.6. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине**

Выполнение курсовой работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы. Примерная тематика курсовых работ представлена в разделе 6.1 настоящей РПД. В процессе выполнения и защиты курсовой работы происходит формирование, как знаниевой, так и деятельной компоненты.

Целью выполнения курсовой работы является изучить методы расчета основных типов трубопроводных систем. В качестве задания на курсовую работу студент получает построить гидравлическую характеристику трубопроводной системы («сложный» трубопровод) и гидравлические характеристики составных участков схемы. В качестве исходных данных заданы: расход жидкости на входном участке «сложного» трубопровода, геометрические размеры всех элементов гидравлической трассы, шероховатость используемых труб, а также теплофизические свойства перекачиваемой среды.

К проверке принимаются работы, переданные преподавателю в установленные сроки лично в руки (не через старосту).

Работа должна включать оформленную в соответствии с действующим СТП НГТУ расчётную часть (с обязательным представлением расчётной схемы), введение, заключение и выводы к работе, а также по желанию студента может быть дополнена небольшой по объему теоретической частью.

Работа должна быть аккуратно распечатана, пронумерована и сброшюрована в скоросшиватель или папку с пружиной без файлов.

Внесение изменений в переданную на проверку работу допускается в крайнем случае в виде переделанной, распечатанной и сброшюрованной заново работы, дополненной пояснительной запиской (листом номер ноль, вставленным в след за титульными листом), в которой в свободно форме указывается: обнаруженная ошибка с указанием листа в исходном экземпляре работы, причина, по которой она была допущена и обоснование правильности исправления. Опечатки и неточности в теоретической части, введении и заключении к работе исправлению не подлежат.

Переделанные варианты работ принимаются по согласованию с преподавателем не более одного раза в сроки, установленные для сдачи курсовых работ без учета исправлений (изначальные сроки сдачи). Датой сдачи на проверку студентом курсовой работы является дата передачи преподавателю окончательной версии работы.

Работы, выполненные без нарушения указанных требований, допускаются преподавателем к очной защите, включающей в себя изложение краткой теоретической базы работы, целей и задач работы, исходных данных, хода выполнения работы, а также полученных результатов, подкрепленных теоретическими посылками, а также ответов на вопросы преподавателя о ходе выполнения работы и полученных результатах.

## **12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Оценочные средства и регламенты текущего и итогового контроля освоения дисциплины приведены в разделе 6 настоящей РПД.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Механика жидкости и газа», реализуемую по образовательной программе высшего образования «Ядерные реакторы» специальности 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы» (квалификация выпускника «инженер-физик»), разработанную кафедрой «Атомные и тепловые станции»

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет»

Вячеславом Викторовичем Андреевым, заведующим кафедрой «Ядерные реакторы и энергетические установки», д.т.н., профессором (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Механика жидкости и газа» по образовательной программе высшего образования «Ядерные реакторы» по специальности 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы» (квалификация выпускника «инженер-физик»), разработанную кафедрой «Атомные и тепловые станции» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет» (разработчик – Бородин Сергей Сергеевич, к.т.н., доцент).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам.

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по специальности 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к базовой части учебного цикла – Б1.

Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО специальности 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы».

В соответствии с Программой за дисциплиной «Механика жидкости и газа» закреплено две **компетенции**. Дисциплина и представленная Программа способны реализовать их в объявленных требованиях.

**Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «Механика жидкости и газа» составляет четыре зачётные единицы (180 часов). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Механика жидкости и газа» взаимосвязана с другими дисциплинами ОП ВО и Учебного плана по специальности 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО специальности 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы».

Представленные и описанные в Программе формы **текущей** оценки знаний (опрос, участие в тестировании, работа над домашним заданием и аудиторных заданиях, защита отчетов о выполнении лабораторных работ и курсовой работы), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена и защиты курсовой работы, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины базовой части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО специальности 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы».

Нормы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – три источника, дополнительной литературой – девять наименований, периодическими изданиями – четыре источника, Интернет-ресурсы – 22 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО специальности 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы».

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Механика жидкости и газа» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Механика жидкости и газа».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Механика жидкости и газа» ОПОП ВО по специальности 14.05.01 «Ядерные реакторы и материалы», по образовательной программе высшего образования «Ядерные реакторы» (квалификация выпускника – инженер-физик), разработанная доцентом кафедры «Атомные и тепловые станции» Бородиным Сергеем Сергеевичем соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент, заведующий кафедрой «Ядерные реакторы и энергетические установки», д.т.н., профессор

Б.В. Андреев

\_\_\_\_\_ (подпись)