

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

«20» _____ марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.17 «Механика жидкости и газа»

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: _____ **13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»** _____
(код и наименование направления подготовки)

Направленность: _____ **Тепловые электрические станции** _____
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

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

Год начала подготовки: _____ **2024, 2025** _____

Выпускающая кафедра: _____ **АТС** _____
(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: _____ **АТС** _____
(аббревиатура кафедры)

Объем дисциплины: _____ **144/4** _____
(часов/з.с.)

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) по направлению подготовки 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника", утвержденным приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 № 143 на основании учебных планов, принятых УМС НГТУ

- протокол от 21.05.2024 г. № 16 (для 2024 года приема)
- протокол от 17.12.2024 г. № 6 (для 2025 года приема)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Атомные и тепловые станции» (протокол от « 10 » марта 2025 г. № 3).

Заведующий кафедрой

«Атомные и тепловые станции», д.т.н., профессор

_____ С.М. Дмитриев
(подпись)

Рабочая программа рекомендована советом ИЯЭиТФ к утверждению (протокол от « 19 » марта 2025 г. № 1).

Председатель совета ИЯЭиТФ,
директор ИЯЭиТФ, к.т.н., доцент

_____ М.А. Легчанов
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 13.03.01-т-21

Начальник методического отдела УМУ

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	9
5. Структура и содержание дисциплины.....	11
6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины	15
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	29
8. Информационное обеспечение дисциплины	30
9. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с овз.....	31
10. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине	31
11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	32
12. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	35
Рецензия.....	36

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный курс «Механика жидкости и газа» является одной из основных дисциплин при подготовке бакалавров теплотехнического направления. 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 направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» 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 физические свойства 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 течения 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 направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». Учебная дисциплина «Механика жидкости и газа» направлена на углубление уровня освоения компетенций ОПК-3 и ПКС-4.

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

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин «Техническая термодинамика», «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии», «Физика специальная (атомная)», «Математические методы моделирования физических процессов в НИР», «Электротехника и электроника», «Тепломассообмен в энергетических установках», «Ядерная физика», «Турбомашины электрических станций», «Котельные уста-

новки энергоблоков», «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов», «Водо-подготовка», «Физика ядерных реакторов», «Тепловые сети», «Экспериментальные методы исследования», «Электрооборудование электростанций», «Тепловые и атомные электрические станции», «Циркуляционные насосы для электрических станций», «Технология топлива и энергетических масел», «Надежность и долговечность элементов энергооборудования», «Режимы работы атомных и тепловых электрических станций» 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-3 с формулировкой «Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач» и ПКС-4 с формулировкой «Способен применять в профессиональной деятельности знания основ тепломеханики, электротехники, гидравлики, свойств конструкционных материалов с учётом динамических и тепловых нагрузок и организации технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации ТЭС и АЭС».

Индикаторами частичного достижения компетенции ОПК-3 выступают индикаторы ИОПК-3.1 и ИОПК-3.2 с формулировками соответственно: ИОПК-3.1 – «Применяет физико-математический аппарат при решении соответствующих профессиональных задач» ИОПК-3.2 – «Использует методы анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач». По данным индикаторам сформулированы следующие дескрипторы:

По ИОПК-3.1:

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

По ИОПК-3.2:

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

Индикаторами частичного достижения компетенции ПКС-4 выступают индикаторы ИПКС-4.1 и ИПКС-4.2 с формулировками соответственно: ИПКС-4.1 – «Применяет знания основ тепломеханики, электротехники, гидравлики в профессиональной деятельности» ИПКС-4.2 – «Применяет знания организации технологического процесса производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации ТЭС и АЭС в профессиональной деятельности». По данным индикаторам сформулированы следующие дескрипторы:

По ИПКС-4.1:

а) основные законы механики жидкостей и газов (разделы гидростатики, кинематики и гидродинамики);

б) применять основные формулы и постулаты механики жидкости и газа и гидравлики при инженерных расчётах оборудования и моделировании гидравлических процессов;

в) методиками расчётов гидравлических характеристик сложных трубопроводов и элементов основного оборудования АЭС и ТЭС.

По ИПКС-4.2:

а) режимы движения рабочих сред в элементах оборудования ТЭС и АЭС (ламинарный, турбулентный и пр.); режимы движения рабочих сред в элементах оборудования ТЭС и АЭС (ламинарный, турбулентный и пр.);

б) проводить гидравлический расчет трубопроводных систем с учётом режима движения рабочей среды;

в) методиками определения режима течения рабочих сред расчетным путём, а также с помощью экспериментальных исследований.

Полное формирование компетенций ОПК-2 и ПКС-4 осуществляется последовательно при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблицы 1 и 2).

Таблица 1 – Формирование компетенции ОПК-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.
ОПК-3	Химия	•							
	Начертательная геометрия и инженерная графика	•	•						
	Математический анализ	•	•						
	Аналитическая геометрия. Линейная алгебра	•							
	Обыкновенные дифференциальные уравнения		•						
	Теория функций комплексного переменного			•					
	Теория вероятностей и математическая статистика				•				
	Физика		•	•	•				
	Компьютерная графика			•					
	Прикладная физика			•	•				
	Теоретическая механика			•	•				
	Механика жидкости и газа				•				
	Техническая термодинамика				•				
	Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии				•				
	Физика специальная (атомная)					•			
	Математические методы моделирования физических процессов в НИР					•	•		
	Электротехника и электроника								
	Тепломассообмен в энергетических установках					•	•		
	Ядерная физика						•		
	Физика ядерных реакторов							•	
Экспериментальные методы исследования								•	
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы								•	

Таблица 2 – Формирование компетенции ПКС-4

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.
ПКС-4	Механика жидкости и газа				•				
	Электротехника и электроника					•	•		
	Турбомашины электрических станций						•	•	
	Котельные установки энергоблоков							•	•
	Физика ядерных реакторов							•	
	Тепловые сети								•
	Тепловые и атомные электрические станции					•			
	Циркуляционные насосы для электрических станций						•		
	Электрооборудование электростанций							•	
	Водоподготовка							•	
	Технология топлива и энергетических масел							•	
	Режимы работы атомных и тепловых электрических станций								•
	Надежность и долговечность элементов энергооборудования								•
	Проектная практики						•		
	Преддипломная практика								•
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы								•	

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

Компетенции ОПК-3 и ПКС-4 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-3</i> Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	<i>ИОПК-3.1</i> Применяет физико-математический аппарат при решении соответствующих профессиональных задач	Знать: теоретические основы математического анализа; фундаментальные основы естественнонаучного цикла дисциплин, в том числе основы общей физики	Уметь: применять на практике теоретические знания в области математических вычислений и основных физических законов	Владеть: необходимым для проведения гидравлического расчета математическим аппаратом и понятийной базой в области общей физики	Контрольный тест по темам 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15 Задания на практические занятия по темам 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15	Вопросы для оценки знаниевой и деятельной компоненты по темам 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15
	<i>ИОПК-3.2</i> Использует методы анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Знать: методы анализа и интерпретации физических процессов	Уметь: применять современные методы исследования на лабораторных установках и экспериментальных стендах	Владеть: навыками представления результатов теоретических расчетов и экспериментальных исследований	Контрольный тест по темам 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15 Задания на практические занятия по темам 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15	Вопросы для оценки знаниевой и деятельной компоненты по темам 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15
<i>ПКС-4</i> Способен применять в профессиональной деятельности знания основ тепломеханики, электротехники, гидравлики, свойств конструкционных материалов с учётом динамических и тепловых нагрузок и организации технологического процес-	<i>ИПКС-4.1</i> Применяет знания основ тепломеханики, электротехники, гидравлики в профессиональной деятельности	Знать: основные законы механики жидкостей и газов (разделы гидростатики, кинематики и гидродинамики)	Уметь: применять основные формулы и постулаты механики жидкости и газа и гидравлики при инженерных расчетах оборудования и моделировании гидравлических процессов	Владеть: методиками расчетов гидравлических характеристик сложных трубопроводов и элементов основного оборудования АЭС и ТЭС	Контрольный тест по темам 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15 Задания на практические занятия по темам 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15	Вопросы для оценки знаниевой и деятельной компоненты по темам 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15
	<i>ИПКС-4.2</i> Применяет знания организации технологического процесса произ-	Знать: режимы движения рабочих сред в элементах оборудования ТЭС и АЭС (ла-	Уметь: проводить гидравлический расчет трубопроводных систем с учётом режима движе-	Владеть: проводить гидравлический расчет трубопроводных систем с учётом режима движе-	Контрольный тест по темам 11, 12, 13, 14, 15	Вопросы для оценки знаниевой и деятельной компоненты по темам 11, 12, 13, 14, 15

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
са производства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации ТЭС и АЭС	водства тепловой и электрической энергии на различных режимах эксплуатации ТЭС и АЭС в профессиональной деятельности	минарный, турбулентный и пр.); режимы движения рабочих сред в элементах оборудования ТЭС и АЭС (ламинарный, турбулентный и пр.)	ния рабочей среды	жения рабочей среды	Задания на практические занятия по темам 11, 12, 13, 14, 15	

Освоение дисциплины причастно к освоению ТФ В/01.6 «Подготовка и оформление специальных расчетов по тепловым сетям» (ПС 16.064 «Специалист по проектированию тепловых сетей»), ТФ В/01.6 «Выполнение гидравлических расчетов, расчетов тепловых схем с выбором оборудования и арматуры для проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектроцентралей» (16.065 «Специалист в области проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов и малых теплоэлектроцентралей») впоследствии у студента формируется способность решать следующие профессиональные задачи:

- участие в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией
- участие в работах по освоению и доводке технологических процессов

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (з.е.) или 144 академических часа, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем – 59 часов, самостоятельная работа обучающихся – 49 часов (таблица 4).

Таблица 4 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч/з.е.	
	Всего	в том числе в 4 семестре
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость, ч/з.е.	144	144
1. Контактная работа:	59	59
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	51	51
Занятия лекционного типа (Л)	17	17
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	17
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:	8	8
курсовая работа (КР) (консультация, защита)	5	5
текущий контроль, консультации по дисциплине	2	2
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)	1	1
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:	49	49
Курсовая работа (КР) (подготовка)	19	19
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	30
Подготовка к экзамену(контроль)	36	36

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				
ОПК-3, ПКС-4	<i>Раздел 1. Введение</i>								
	Тема 1. Предмет дисциплины и его задачи, основные понятия и определения	1	–	–	–			-	-
	<i>Раздел 2. Физические параметры изучаемых сред</i>								
	Тема 2. Основные физические свойства жидкостей и газов	1	2	1	2	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	–	1	2	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	–	1	–					

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 разрабатанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
<i>Раздел 4. Кинематика жидкости</i>									
	Тема 5. Понятие скорости и ускорения частиц жидкости. Линии тока и трубки тока. Уравнение линии тока. Поток вектора скорости. Уравнение неразрывности в дифференциальной и интегральной форме	1	–	–	2	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 трубки. Теорема Гельмгольца. Циркуляция скорости. Теорема Стокса. Потенциальное движение	1	2	1	3	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	–	1	2	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	–	–	2	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	–	1	2	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	1	3	п.1 табл. 14 РПД, стр. 126-134			

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 разрабатанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
<i>Раздел 6. Теория подобия</i>									
	Тема 11. Подобие гидродинамических процессов. Условия подобия. Критерии подобия. Методы размерностей, совместимость критериев подобия. Определяющие критерии	1	–	2	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	2	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	7	2	3	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	–	2	2	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 разрабатанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 15. Методы расчета простых трубопроводов (прямой и обратный). Методы расчета сложных трубопроводов	2	–	2	2	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	17	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

Номер раздела	Номер темы раздела	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- дела	Но- мер темы раз- дела	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? а) жидкость находится в состоянии покоя; б) жидкость течет; в) на жидкость действует сила; г) жидкость изменяет форму.</p> <p>Сжимаемость жидкости характеризуется: а) коэффициентом Генри; б) коэффициентом температурного сжатия; в) коэффициентом поджатия; г) коэффициентом объемного сжатия.</p> <p>Вязкость жидкости это: 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 x ртутного барометра, помещенного в водолазном колоколе, если поверхность воды в колоколе на h м ниже уровня моря, а показание барометра на поверхности моря p мм рт. ст.?</p> <p>Закрытый резервуар с жидкостью имеет выпускную трубу диаметром D, перекрытую дисковым затвором. Избыточное давление в резервуаре p кПа, высота от центра затвора до верхнего уровня жидкости H м. Найти силу давления P на клапан затвора и момент M 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: а) давление вакуума; б) атмосферным; в) избыточным; г) абсолютным.</p> <p>Если давление ниже относительного нуля, то его называют: а) абсолютным; б) атмосферным; в) избыточным; г) давление вакуума.</p> <p>Массу жидкости заключенную в единице объема называют: а) весом; б) удельным весом; в) удельной плотностью; г) плотностью.</p>

Но- мер раз- дела	Но- мер темы раз- дела	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. Классифика- ция сил, действующих в не- подвижной жидкости. Закон Паскаля. Основное уравнение гидро- статики. Условие равновесия в жидкости.	На какой высоте H установится вода в трубке, пер- воначально заполненной водой, а потом опрокину- той и погруженной открытым концом под уровень воды, если атмосферное давление составляет P кПа и температура воды $T^{\circ}C$? 4. Определить работу, затрачиваемую на перемещение поршня площадью f на расстояние l в трубопроводе, состоящем из ре- зервуара площадями F_1 и F_2 , заполненные при начальном положении поршня до одной и той же высоты жидкостью плотности ρ . 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 рассматри- ваемого объема; б) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует внутрь рас- сматриваемого объема; в) в каждой точке жидкости гидростатическое давление действует па- раллельно 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 ци- линдрических частей, внутренние диаметры кото- рых D и d . Определить, какой минимальный объем W воды должен содержаться в верхней части сосу- да, 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- дела	Но- мер темы раз- дела	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 x и y поршней относительно торцевой стенки сосуда, при которых система находится в равновесии. Площади поршней равны F_1 и F_2, а объем жидкости между ними равен W. Трением поршней о стенки сосуда пренебречь.</p>	<p>Третье свойство гидростатического давления гласит:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) гидростатическое давление в любой точке не зависит от ее координат в пространстве; б) гидростатическое давление в точке зависит от ее координат в пространстве; в) гидростатическое давление зависит от плотности жидкости; г) гидростатическое давление всегда превышает давление, действующее на свободную поверхность жидкости. <p>Основное уравнение гидростатики позволяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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>Чему равно гидростатическое давление при глубине погружения точки, равной нулю:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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>Закон Паскаля гласит:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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, увеличивается по мере удаления от свободной поверхности; г) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости равно сумме давлений, приложенных с других сторон рассматриваемого объема жидкости. <p>Способность плавающего тела, выведенного из состояния равновесия, вновь возвращаться в это состояние называется:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) устойчивостью; б) остойчивостью; в) плавучестью; г) непотопляемостью.

Но- мер раз- дела	Но- мер темы раз- дела	Примерный перечень вопро- сов для оценки знаниевой компоненты	Примерные практические задания для оценки дея- тельной компоненты	Примерные тестовые вопросы для текущей аттестации по курсу
				Относительным покоем жидкости называется 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.
4	5	Кинематика. Скорость. Ускорение. Линии и трубки тока. Свой- ства линий тока. Поток вектора скорости. Уравнение неразрывности. Общий характер движения жидкой частицы.		Во вращающемся цилиндрическом сосуде свободная поверхность имеет форму: а) параболы; б) гиперболы; в) конуса; г) свободная поверхность горизонтальна. Площадь поперечного сечения потока, перпендикулярная направлению движения называется: а) открытым сечением; б) живым сечением; в) полным сечением; г) площадь расхода. Объем жидкости, протекающий за единицу времени через живое сечение называется: а) расход потока; б) объемный поток; в) скорость потока; г) скорость расхода. Отношение живого сечения к смоченному периметру называется: а) гидравлическая скорость потока; б) гидродинамический расход потока; в) расход потока; г) гидравлический радиус потока.
	6	Вихревое движение. Вихре- вые линии и трубки. образо- вание вихрей. Теорема Гель- мгольца. Циркуляция скорости. Тео- рема Стокса.	Найти зависимость показаний h водяного манометра (радиусы ветвей R_1 и R_2), присоединенного к замкнутому сосуду, который наполнен газом, находящимся под вакуумом p_v , от следующих параметров: а) поступательного ускорения a , направленного по верти-кали вверх и вниз; б) угловой скорости ω сосуда.	Движение, при котором скорость и давление изменяются не только от координат пространства, но и от времени называется: а) ламинарным; б) стационарным; в) неустановившимся; г) турбулентным.

Но- мер раз- дела	Но- мер темы раз- дела	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 ω рад/с. Найти наименьшее давление в воде, заполняющей сосуд, по показанию h 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 D м. Левая секция заполнена ртутью до центра крышки. Над ртутью находится газ под абсолютным давлением p_1 кПа. В правой секции находится газ под абсолютным давлением p_2 кПа. При каком давлении p_2 сила P давления на крышку будет равна нулю? Найти в этом случае момент M пары сил, действующей на крышку.</p> <p>Цилиндрический сосуд, заполненный водой, приведен во вращение с постоянной угловой скоростью ω рад/с. При какой угловой скорости равновесие жидкости в сосуде нарушится, если разрыв жидкости происходит при вакууме p кПа?</p>	<p>Элементарная струйка – это:</p> <p>а) трубка потока, окруженная линиями тока; б) часть потока, заключенная внутри трубки 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 $H = 15$ 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) скоростную 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>

Но- мер раз- дела	Но- мер темы раз- дела	Примерный перечень вопро- сов для оценки знаниевой компоненты	Примерные практические задания для оценки дея- тельной компоненты	Примерные тестовые вопросы для текущей аттестации по курсу
	9	Уравнение движения жидко- сти в напряжениях.	<p>Давление на поверхности воды в резервуаре изме- ряется ртутным U-образным манометром. Как из- менится показание h манометра, если его переме- стить вниз на a мм при неизменном давлении на поверхности воды и практически неизменном ее уровне?</p> <p>Замкнутый резервуар с нефтью разделен на две части плоской перегородкой, имеющей квадратное отверстие со стороной a м. Давление над нефтью в левой части резервуара определяется показаниями манометра M кПа, а в правой – показаниями ваку- умметра V кПа. Найти значение и плечо x резуль- тирующей силы P давления на крышку, закрываю- щую отверстие в перегородке.</p>	<p>Что является источником потерь энергии движущейся жидкости?</p> <p>а) плотность; б) вязкость; в) расход жидкости; 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. Уравне- ние 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 маномет- ром или вакуумметром вносит погрешность в ре- зультат измерения. Для нахождения истинного зна- чения давления в показание h прибора необходимо вносить поправку на смещение Δh уровня ртути в чашке. Определить относительную погрешность измерения давления этим манометром, вызывае- мую смещением уровня ртути в чашке прибора при диаметрах чашки D и трубки d.</p> <p>Тонкостенный сосуд A высотой H мм и диаметром d мм с отверстием внизу плавает в воде, содержа- щейся в цилиндре диаметром D мм. Найти силу P, которая должна действовать на поршень, чтобы сосуд A погрузился на дно цилиндра, если первоначальное заполнение сосуда водой h_2 мм.</p> <p>Выполнение, подготовка отчета о выполнении и защита работы по теме «Иллюстрация уравнения Бернулли, диаграмма напоров»</p>	<p>Член уравнения Бернулли, обозначаемый $v^2/2g$ 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 взаимо- связь 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>

Но- мер раз- дела	Но- мер темы раз- дела	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 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> <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 A высотой H мм и диаметром d мм с отверстием внизу плавает в воде, содержащейся в цилиндре диаметром D мм. Определить массу m сосуда A, если давление на поверхности воды в цилиндре атмосферное, а разность уровней воды в сосуде и цилиндре h.</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	<p>Ламинарное и турбулентное стабилизированные движения жидкости в трубах и каналах.</p>	<p>Определить, какое избыточное давление воздуха установится в плавающем толстостенном колоколе внутренним диаметром d м и внешним D м, высотой a м и массой m кг при атмосферном давлении. Процесс сжатие воздуха в колоколе считать изотермическим.</p> <p>Аппарат, плавающий на поверхности воды, имеет люк, закрытый изнутри плоской крышкой диаметром d м. Определить силу давления P на крышку, если внутри аппарата вакуум p кПа. Найти расстояние Δl линии действия этой силы до оси люка.</p>	

Но- мер раз- дела	Но- мер темы раз- дела	Примерный перечень вопро- сов для оценки знаниевой компоненты	Примерные практические задания для оценки дея- тельной компоненты	Примерные тестовые вопросы для текущей аттестации по курсу
			Выполнение, подготовка отчета о выполнении и защита работы по теме «Исследование характери- стик трубопроводов при различных режимах тече- ния от ламинарного до турбулентного в круглой трубе»	
8	13	Гидравлические потери. Об- щая структура формул для расчета потерь напора. Потери на трение по длине. Формула Дарси. График Ни- курадзе. График реальных труб.	Отверстие в перегородке замкнутого сосуда закры- то круглой крышкой диаметром D м. Левая секция заполнена ртутью до центра крышки. Над ртутью находится газ под абсолютным давлением p_1 кПа. В правой секции находится газ под абсолютным дав- лением p_2 кПа. Определить давление P на крышку при $p_2=0$. Выполнение, подготовка отчета о выполнении и защита работы по теме «Исследование потерь дав- ления (напора) при течении через местное сопро- тивление. Определение коэффициента гидравличе- ского сопротивления» Выполнение, подготовка отчета о выполнении и защита работы по теме «Изучение силового взаи- модействия незатопленной струи на твердую меха- ническую преграду» Выполнение, подготовка отчета о выполнении и защита работы по теме «Изучение гидравлических сопротивлений потерь в промышленных элементах водопроводных систем тройник, отвод»	Для определения потерь напора служит: а) число Рейнольдса; б) формула Вейсбаха-Дарси; в) номограмма Колбрука-Уайта; г) график Никурадзе. Что такое длинный трубопровод? а) трубопровод, длина которого превышает значение $100d$; б) трубопровод, в котором линейные потери напора не превышают $5...10\%$ местных потерь напора; в) трубопровод, в котором местные потери напора меньше $5...10\%$ по- терь напора по длине; г) трубопровод постоянного сечения с местными сопротивлениями.
	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 за- движкой, коэффициент сопротивления которой ζ) имеет длину l_2 м и диаметр d_2 м. Какова будет по- теря напора в разветвленном участке? Значения коэффициентов сопротивления трения труб λ_1 и λ_2 . Потери напора в тройниках не учитывать.	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.

Но- мер раз- дела	Но- мер темы раз- дела	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>Потребный напор это:</p> <p>а) напор, полученный в конечном сечении трубопровода;</p> <p>б) напор, который нужно сообщить системе для достижения необходи- мого давления и расхода в конечном сечении;</p> <p>в) напор, затрачиваемый на преодоление местных сопротивлений трубопровода;</p> <p>г) напор, сообщаемый системе.</p>
	15	<p>Принцип суперпозиции по- терь. Расчет простых трубо- проводных систем. Прямой и обратный методы.</p> <p>Пограничный слой. Опреде- ление. Классификация.</p> <p>Толщина пограничного слоя. Толщина вытеснения. Тол- щина потери импульса.</p>	<p>Давление на поверхности воды в резервуаре изме- ряется ртутным U-образным манометром. Как изме- нится показание h манометра, если его переме- стить вниз на a мм при неизменном давлении на поверхности воды и практически неизменном ее уровне?</p>	<p>Какие трубопроводы называются простыми?</p> <p>а) последовательно соединенные трубопроводы одного или различных сечений без ответвлений;</p> <p>б) параллельно соединенные трубопроводы одного сечения;</p> <p>в) трубопроводы, не содержащие местных сопротивлений;</p> <p>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:</p> <p>а) потребным напором;</p> <p>б) располагаемым напором;</p> <p>в) полным напором;</p> <p>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 ($t = 20\text{ }^\circ\text{C}$); 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.

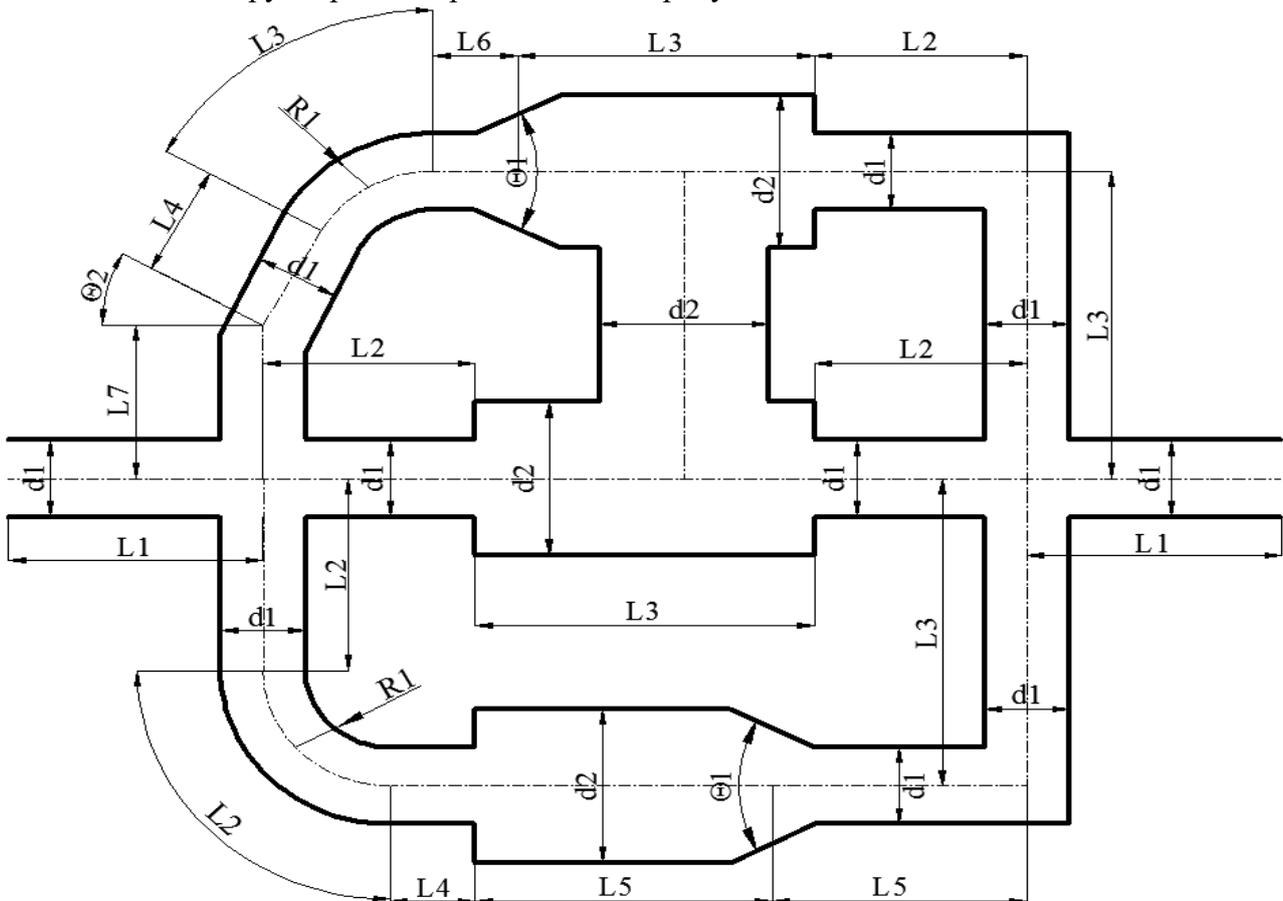


Рисунок 1 – Схема сложного трубопровода

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).

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 ПКС-4 в дескрипторах достижения компетенций ОПК-3 и ПКС-4, с которыми они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторе достижения компетенций (таблицы 1, 2). Оценивание формируемых компетенций в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблицах 7-13.

Таблица 7 – Бальная 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 0 баллов	Не полное усвоение 1 балл	Хорошее усвоение 2 балла	Отличное усвоение 3 балла	
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	от 0 до 3
	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	от 0 до 3
	выполнение тестов	выполнение менее 40%	выполнение выше 40%	выполнение более 60%	выполнение более 80%	от 0 до 3
	решение индивидуальных практических заданий	не правильное решение	Решение с ошибками	правильное решение без ошибок с отдельными замечаниями	правильное решение без ошибок	от 0 до 3
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	от 0 до 3
посещаемость занятий	уровень посещаемости	менее 40%	от 41% до 60%	от 61% до 80%	от 81% до 100%	от 0 до 3
Итого						от 0 до 20

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 (НГТУ ПВД 11.1/30-23) 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, неуверенно, 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 видоизменении 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 0 баллов	удовлетворительные ответы на вопросы 1 балл	хорошие ответы на вопросы 2 балл	отличные ответы на вопросы 3 балла	Экзамен
	Деятельностная компонента (решение задач)	отсутствие решения, грубые ошибки 0 баллов	решение с ошибками 2 балла	правильное решение с отдельными замечаниями 4 балла	верное решение, без ошибок 6 баллов	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 содержанию части КР, работа оформлена без соблюдения требований СПб 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 экз-земпл. в библиотеке
1 Основная литература		
1	Лапшев, Н.Н. Гидравлика: Учебник / Н.Н. Лапшев. – 3-е изд., стер. – 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»
- 2) Журнал «Энергетик»
- 3) Журнал «Промышленная энергетика»
- 4) Журнал «Теплоэнергетика»

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>;

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

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;

- «Электронно-библиотечная система «Лань» по вкладке «ЭБС «Лань»;

- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - Студенческая электронная библиотека» по вкладке «ЭБС «Консультант студента».

Таблица 15 – Перечень электронных библиотечных систем

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

Кроме того, с сайта НТБ возможен доступ к информационно-аналитическим платформам с информацией о ведущих международных научных публикациях Scopus Preview, 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 «КонсультантПлюс», «Техэксперт»;
- Федеральному информационному фонду стандартов ФГУП «Стандартинформ».

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

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 РОС-СТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
5	Справочная правовая система «Консультант-Плюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Тех-ксперт»	доступ из локальной сети

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 18 раздела 10 настоящей РПД.

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.ntu.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 в 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	5115, 5209, 5210, 5220, 5225, 5232, 5236 Учебные аудитории для проведения лекций, семинаров, практических занятий, групповых и инди-	Доска меловая. Ноутбук HP Intel® Core™ i3-5005U CPU @ 2.00GHz 2.00 GHz 8 Gb; Мультимедийный проектор стационарный потолочный Epson EB-	Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18) Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)

№ 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
	видуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	X500; Экран.	MS Office 2010 MS Open License, 60853088, Academic Adobe Acrobat Reader DC-Russian (Проприетарное 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)
	Лаборатория «Реакторная гидродинамика» для самостоятельной работы	<ul style="list-style-type: none"> • Научно - исследовательский аэродинамический комплекс ФТ-50. • Ресиверная емкость. • Инвертор. • Газоанализатор. • Газовый расходомер. • Набор пневмометрических зондов. • КИП. • ПЭВМ IntelCore (TM) 2 Duo E7400. • Многофункциональные экспериментальные стенды ФТ-4, ФТ-5, ФТ-10 с ТЖМТ. <p>Экспериментальный стенд ФТ-40 по исследованию смещения потоков жидкостей в элементах ЯЭУ.</p>	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	5214 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.

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-3 и ПКС-4.

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-3 и ПКС-4 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-3 и ПКС-4.

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-3 и ПКС-4 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 18. 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 может 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 объёму 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 титульным листом), в которой в свободной 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 (исначальные 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, подкреплённых 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 «Тепловые электрические станции» по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (квалификация выпускника «бакалавр»), 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 основной образовательной программе высшего образования «Тепловые электрические станции» по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (квалификация выпускника «бакалавр»), 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 направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». 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 направления подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

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 (144 часа). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Механика жидкости и газа» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» 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 направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

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 направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

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 направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

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» ОП ВО по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по основной образовательной программе высшего образования «Тепловые электрические станции» (квалификация выпускника – бакалавр), 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

_____ В.В. Андреев
(подпись)

« ___ » _____ 2025 г.