

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

**Дзержинский политехнический институт (филиал)**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

\_\_\_\_\_ А.М.Петровский

“ 08 ” \_\_\_\_\_ июня \_\_\_\_\_ 2023г

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.Б.12 Гидравлика и гидропневмопривод**  
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)  
**для подготовки бакалавров**

Направление подготовки:

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машини комплексов

Направленность: Автомобили и автомобильное хозяйство

Форма обучения: очная/заочная

Год начала подготовки: 2023

Выпускающая кафедра: Технологическое оборудование и транспортные системы

Кафедра-разработчик: Технологическое оборудование и транспортные системы

Объем дисциплины: 108 / 3 (часов/з.е)

Промежуточная аттестация:зачет

Разработчик: ст.преподаватель Коновалов В.С.

Дзержинск 2023 г.

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно – технологических машин и комплексов, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 7 августа 2020 года № 916 на основании учебного плана, принятого УС ДПИ НГТУ

протокол от 02.06.2023 № 9

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика РПД Технологическое оборудование и транспортные системы  
протокол от 08.06.2023 № 8

Зав. кафедрой к.т.н, доцент \_\_\_\_\_ В.А.Диков  
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей кафедрой  
Технологическое оборудование и транспортные системы

к.т.н, доцент \_\_\_\_\_ В.А. Диков  
(подпись)

Начальник ОУМБО \_\_\_\_\_ И.В. Старикова  
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в ОУМБО: 23.03.03 - 12

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) .....	5
4. Структура и содержание дисциплины.....	6
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины.....	10
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	13
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	14
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ.....	16
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	16
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины.....	17
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины.....	19

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

### **1.1. Цель освоения дисциплины:**

Целью освоения дисциплины является изучение основных положений теории гидростатики и гидродинамики, изучение методики гидравлических расчетов технологических трубопроводов различного назначения и истечения жидкостей из отверстий и насадков; изучение нормативно-технической документации, системы стандартизации и сертификации; изучение средств испытания и контроля качества гидроаппаратуры химических и нефтехимических производств.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):**

- применение полученных знаний гидромеханики для решения прикладных инженерных задач;
- проведение гидравлических расчетов систем гидравлических машин;
- проведение лабораторных исследований по определению характеристик гидравлических машин;
- обслуживание гидроаппаратуры для реализации производственных процессов;
- монтаж, наладка, испытания и сдача в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой гидроаппаратуры;
- сбор и анализ исходных информационных данных для проектирования изделий гидроаппаратуры;
- проведение контроля соответствия разработанных проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;
- проведение предварительного технико-экономического обоснования проектных решений.

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

Учебная дисциплина «Гидравлика и гидропневмопривод» включена в перечень дисциплин базовой части, определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: математика, физика, химия, инженерная графика, теоретическая механика, теплотехника, электротехника и электроника, техническая механика, материаловедение, технология конструкционных материалов,

Дисциплина «Гидравлика и гидропневмопривод» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Машины и аппараты химических производств», «Специальное оборудование предприятий химии и переработки пластмасс», «Ремонт и монтаж технологического оборудования», «Процессы и аппараты химической технологии».

Рабочая программа дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод» 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 (МОДУЛЯ)

Таблица 1

#### Формирование компетенции ОПК-1 дисциплинами для студентов очной формы обучения

Код компетенции	Названия учебных дисциплин, модулей, практик участвующих в формировании компетенций, вместе с данной дисциплиной	Курсы /семестры обучения							
		1 курс		2 курс		3 курс		4 курс	
		1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-1	Математика								
	Физика								
	Химия								
	Гидравлика и гидропневмопривод								
	Теоретическая механика								
	Теплотехника								
	Электротехника и электроника								
	Техническая механика								
	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								

#### для студентов заочной формы обучения

Код компетенции	Названия учебных дисциплин, модулей, практик участвующих в формировании компетенций, вместе с данной дисциплиной	Курсы /семестры обучения				
		1 курс	2 курс	3 курс	4 курс	5 курс
ОПК-1	Математика					
	Физика					
	Химия					
	Гидравлика и гидропневмопривод					
	Теоретическая механика					
	Теплотехника					
	Электротехника и электроника					
	Техническая механика					
	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита ВКР					

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

**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			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.4 Готовность применять систему фундаментальных физических знаний для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов. Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы гидравлики	<b>Знать:</b> основные понятия и законы гидравлики	<b>Уметь:</b> самостоятельно строить и исследовать математические модели гидравлических систем	<b>Владеть:</b> Современными компьютерными информационными и технологиями	Вопросы для собеседования при сдаче отчетов по лабораторным работам	Комплект вопросов для сдачи зачета

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед./ 108 часов.

Распределение часов по видам работ семестрам представлено в табл. 3.

Таблица 3

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очной формы обучения**

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		4
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	38	38
1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:	34	34
- лекции (Л)	17	17
- лабораторные работы (ЛР)	17	17
- практические занятия (ПЗ)		
- практикумы (П)		
1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:	4	4
- групповые консультации по дисциплине	2	2
- групповые консультации по промежуточной аттестации (зачет)	2	2
индивидуальная работа преподавателя		

с обучающимся: - по проектированию: проект (работа) - по выполнению РГР - по выполнению КР - по составлению реферата (доклада, эссе)		
2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)	70	70
Вид промежуточной аттестации -зачет		
Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы	108/3	108/3

**для студентов заочной формы обучения**

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		2
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего), в том числе:	12	12
1.1. Аудиторные занятия (всего), в том числе:	8	8
- лекции (Л)	4	4
- лабораторные работы (ЛР)	4	4
- практические занятия (ПЗ)		
- практикумы (П)		
1.2. Внеаудиторные занятия (всего), в том числе:	4	4
- групповые консультации по дисциплине	2	2
- групповые консультации по промежуточной аттестации (зачет)	2	2
индивидуальная работа преподавателя с обучающимся: - по проектированию: проект (работа) - по выполнению РГР - по выполнению КР - по составлению реферата (доклада, эссе)		
2. Самостоятельная работа студента (СРС) (всего)	92	92
Вид промежуточной аттестации -зачет	Зачет/4	Зачет/4
Общая трудоемкость, часы/зачетные единицы	108/3	108/3

## 4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4

### Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ОПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				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			Самостоятельная работа				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
<b>4 семестр</b>									
ОПК-1 ИОПК-1.4	<b>Тема 1.1 Введение. Основные физические свойства жидкостей.</b> Идеальная и реальная жидкости. Жидкость капельная и газообразная. Силы, действующие на жидкость. Закон внутреннего трения Ньютона. Неньютоновские жидкости	1	1		8	Подготовка к лекциям, подготовка отчета о лабораторной работе 6.1.1. с. 9-26	Отчет по лабораторной работе, собеседование, тестирование		Конспект лекций
	<b>Тема 2.1 Гидростатическое давление.</b> Уравнение равновесия жидкости Эйлера. Основное уравнение гидростатики. Гидростатические машины	1	2		4	Подготовка к лекциям, подготовка отчета о лабораторной работе 6.1.1. с. 27-42, 60-83 6.1.2. с. 14-20, 32-41	Отчет по лабораторной работе, собеседование, тестирование		Конспект лекций
	<b>Тема 2.2 Эпюры гидростатического давления.</b> Поверхности равного давления Сила давления жидкости на плоскую стенку. Закон Архимеда. Основы теории плавания тел	1			4				
<b>Тема 3.1 Методы описания движения сплошной среды.</b> Режимы движения вязкой жидкости.	2	4		4	Подготовка к лекциям, подготовка отчета о	Отчет по лабораторной работе,		Конспект лекций	



Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ОПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				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			Самостоятельная работа				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 3.2 Дифференциальные уравнения движения жидкости. Уравнение Бернулли	2	4		4	лабораторной работе 6.1.1. с. 84-100, 114-141, 169-194 6.1.2. с. 44-49	собеседование, тестирование		
	Тема 4.1 Сущность теории подобия. Виды подобия. Критерии гидродинамического подобия	1			6	Подготовка к лекциям 6.1.1. с.443-454	Собеседование, тестирование		Конспект лекций
	Тема 5.1 Общие сведения о гидравлических потерях. Виды гидравлических потерь	1			4	Подготовка к лекциям 6.1.1. с.161-230,	Собеседование, тестирование		Конспект лекций
	Тема 5.2 Гидравлически гладкие и шероховатые трубы	1			4	189-203 6.1.2. с. 93-94			
	Тема 6.1 Основные формулы при расчете трубопроводов	1			6	Подготовка к лекциям	Собеседование		Конспект лекций
	Тема 6.2 Расчет сложного трубопровода	1			4	6.1.1. с. 291-318, 319-328			
	Тема 7.1 Истечение жидкости через отверстия	1	2		4	Подготовка к лекциям,	Отчет по лабораторной работе,		Конспект лекций
	Тема 7.2 Истечение жидкости через насадки	1			4	подготовка отчета о лаборат. работе 6.1.1. с.243-254, 256-268, 6.1.2. с.107-119	собеседование, тестирование		
	Тема 8.1 Измерение скорости и расхода жидкости, трубки Пито-	1			4	Подготовка к лекциям	Собеседование		Конспект лекций

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ОПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				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			Самостоятельная работа				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	<b>Прандтля. Дроссельные приборы</b>					6.1.1. с.151-160			
	<b>Тема 17.1 Гидроцилиндры.</b> Мультипликаторы давления. Объемное регулирование гидропривода. Основные понятия и определения	2	4		10	Подготовка к лекциям, подготовка отчета о лабораторной работе 6.1.1. с. 20-34, 6.1.2. с. 301-306	Отчет по лабораторной работе, собеседование, тестирование		
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>17</b>	<b>17</b>		<b>70</b>				

**для студентов заочного обучения**

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ОПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				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			Самостоятельная работа				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ОПК-1 ИОПК-1.4	<b>Тема 1.1 Введение. Основные физические свойства жидкостей.</b> Идеальная и реальная жидкости. Жидкость капельная и газообразная.	0,4	0,5		10	Подготовка к лекциям, подготовка отчета о лабораторной	Отчет по лабораторной работе, собеседование,	Конспект лекций	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ОПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				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			Самостоятельная работа				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Силы, действующие на жидкость. Закон внутреннего трения Ньютона. Неньютоновские жидкости					работе 6.1.1. с. 9-26	тестирование		
	<b>Тема 2.1 Гидростатическое давление.</b> Уравнение равновесия жидкости Эйлера. Основное уравнение гидростатики. Гидростатические машины <b>Тема 2.2 Эпюры гидростатического давления.</b> Поверхности равного давления Сила давления жидкости на плоскую стенку. Закон Архимеда. Основы теории плавания тел	0,4	0,5		10	Подготовка к лекциям, подготовка отчета о лабораторной работе 6.1.1. с. 27-42, 60-83 6.1.2. с. 14-20, 32-41	Отчет по лабораторной работе, собеседование, тестирование	Конспект лекций	
	<b>Тема 3.1 Методы описания движения сплошной среды.</b> Режимы движения вязкой жидкости. <b>Тема 3.2 Дифференциальные уравнения движения жидкости.</b> Уравнение Бернулли	0,6	0,75 0,75		12	Подготовка к лекциям, подготовка отчета о лабораторной работе 6.1.1. с. 84-100, 114-141, 169-194 6.1.2. с. 44-49	Отчет по лабораторной работе, собеседование, тестирование	Конспект лекций	
	<b>Тема 4.1 Сущность теории подобия.</b> Виды подобия. Критерии гидродинамического подобия	0,4			10	Подготовка к лекциям 6.1.1. с.443-454	Собеседование, тестирование	Конспект лекций	
	<b>Тема 5.1 Общие сведения о гидравлических потерях.</b> Виды	0,4			10	Подготовка к лекциям	Собеседование, тестирование	Конспект лекций	

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: ОПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование тем	Виды учебной работы				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			Самостоятельная работа				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	гидравлических потерь <b>Тема 5.2 Гидравлически гладкие и шероховатые трубы</b>					6.1.1. с.161-230, 189-203 6.1.2. с. 93-94			
	<b>Тема 6.1 Основные формулы при расчете трубопроводов</b> <b>Тема 6.2 Расчет сложного трубопровода</b>	0,4			10	Подготовка к лекциям 6.1.1. с. 291-318, 319-328	Собеседование	Конспект лекций	
	<b>Тема 7.1 Истечение жидкости через отверстия</b> <b>Тема 7.2 Истечение жидкости через насадки</b>	0,5	0,75		10	Подготовка к лекциям, подготовка отчета о лаборат. работе 6.1.1. с.243-254, 256-268, 6.1.2. с.107-119	Отчет по лабораторной работе, собеседование, тестирование	Конспект лекций	
	<b>Тема 8.1 Измерение скорости и расхода жидкости, трубки Пито-Прандтля. Дроссельные приборы</b>	0,4			10	Подготовка к лекциям 6.1.1. с.151-160	Собеседование	Конспект лекций	
	<b>Тема 17.1 Гидроцилиндры.</b> Мультипликаторы давления. Объемное регулирование гидропривода. Основные понятия и определения	0,5	0,75		10	Подготовка к лекциям, подготовка отчета о лабораторной работе 6.1.1. с. 20-34, 6.1.2. с. 301-306	Отчет по лабораторной работе, собеседование, тестирование		
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>92</b>				



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

### 5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Примеры вопросов для собеседования при сдаче отчетов о лабораторных работах приведены ниже.

#### *Лабораторная работа № 1. «Определение вязкости жидкости»*

1. Что называется жидкостью? Идеальная и реальная жидкости.
2. Каковы основные свойства капельных жидкостей?
3. Что называется вязкостью? Закон внутреннего трения Ньютона.
4. Понятие о динамическом и кинематическом коэффициентах вязкости.
5. От каких факторов зависит величина вязкости?
6. Почему вязкость капельных жидкостей с возрастанием температуры уменьшается, а вязкость газов увеличивается?
7. Основные типы вискозиметров и принцип их действия.
8. Методика определения вязкости вискозиметром Энглера

#### *Лабораторная работа № 2. «Определение формы поверхности жидкости во вращающемся сосуде»*

1. Как получить дифференциальные уравнения равновесия Эйлера?
2. В чем сущность основного уравнения гидростатики?
3. Что называется поверхностью уровня? Основные свойства поверхностей уровня.
4. Как получить уравнение поверхности уровня в равномерно вращающемся цилиндре?
5. Практическое применение связи между угловой скоростью вращения и высотой подъема жидкости во вращающемся цилиндре.
6. Методика проведения лабораторной работы и обработки опытных данных

#### *Лабораторная работа № 3. «Изучение режимов движения жидкости в трубе»*

1. Какие существуют режимы движения жидкости? Каким образом определяется режим движения?
2. От каких параметров потока зависит режим движения? Понятие эквивалентного диаметра канала и гидравлического радиуса.
3. В чем заключается физический смысл критерия Рейнольдса?
4. Каковы критические значения критерия  $Re$ , определяющие режимы движения?
5. Почему необходимо знать режимы движения жидкости?
6. Каким образом изменяется режим движения жидкости в данной работе? Как поддерживается установившийся характер движения жидкости?
7. Как в данной работе определяется скорость потока жидкости? Понятия средней и мгновенной скорости. Распределение скоростей по сечению потока.
8. Как формируется условие подобия физических явлений?
9. Виды подобия и их сущность.
10. В чем сущность теорем подобия?

#### **Перечень вопросов, выносимых на зачет.**

1. Капельные и упругие жидкости. Их физико-механические свойства.

2. Вязкость. Закон внутреннего трения Ньютона.
3. Трение в неньютоновских жидкостях.
4. Гидростатическое давление. Закон Паскаля.
5. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера.
6. Основное уравнение гидростатики.
7. Примеры практического применения основного уравнения гидростатики.
8. Эпюры гидростатического давления.
9. Поверхности равного давления жидкости при поступательном движении сосуда.
10. Поверхности равного давления жидкости во вращающемся сосуде.
11. Сила давления жидкости на плоскую стенку сосуда.
12. Центр давления, определение его положения.
13. Сила давления жидкости на криволинейную стенку сосуда.
14. Равновесие плавающих тел. Закон Архимеда.
15. Общие характеристики движения жидкости.
16. Режимы движения жидкости.
17. Распределение скоростей и расход жидкости при установившемся ламинарном движении.
18. Уравнение неразрывности потока.
19. Дифференциальные уравнения движения Эйлера.
20. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости.
21. Экспериментальная интерпретация уравнения Бернулли.
22. Дифференциальные уравнения движения Навье-Стокса.
23. Сущность теории подобия и моделирования процессов.
24. Виды подобия. Теоремы подобия.
25. Вывод критериев гидродинамического подобия. Определяющие и определяемые критерии.
26. Свойство автомодельности в гидродинамике.
27. Производные и модифицированные критерии гидродинамического подобия.
28. Применение метода анализа размерностей в гидродинамике.
29. Гидравлические сопротивления в трубопроводах. Потери напора на трение.
30. Потери напора в местных сопротивлениях.
31. Скорость и расход при истечении жидкости через отверстие в тонкой стенке.
32. Время истечения жидкости через отверстие при переменном напоре.
33. Гидравлический расчет насадков.
34. Расчет простого трубопровода постоянного сечения.
35. Определение экономически оптимального диаметра трубопровода.
36. Расчет последовательного соединения трубопроводов.
37. Расчет параллельного соединения трубопроводов.
38. Расчет разветвленного трубопровода.
39. Расчет трубопровода с насосной подачей.
40. Приборы для измерения скорости и расхода жидкости.
41. Режимы движения тел в жидкости. Сила сопротивления движению тела.
42. Неустановившееся движение жидкости в трубопроводах.
43. Гидравлический удар. Формула Жуковского.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся очной формы и традиционная система контроля и оценки успеваемости обучающихся заочной формы. Основные требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине и шкала оценивания приведены в таблицах.

Таблица 5

**Требования балльно-рейтинговой системы по дисциплине**

Виды работ	Количество подвидов работы	Максимальные баллы за подвид работы				Штрафные баллы
		1	2	3	4	За нарушение сроков сдачи
Тестирование	2	20	20			
Выполнение лабораторных работ	4	10	10	10	10	5
Посещение занятий	34 ч	20				
Максимальная сумма баллов по дисциплине		100				

Таблица 6

**Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания**

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-54% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 55-70% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 71-85% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 86-100% от max рейтинговой оценки контроля
ОПК-1 - Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИОПК-1.4 Готовность применять систему фундаментальных физических знаний для идентификации, формулирования и решения технических и технологических проблем эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов. Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы гидравлики	Выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. Оценка "неудовлетворительно" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по	Заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка "удовлетворитель	Заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Оценка "хорошо" выставляется обучающимся, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их	Заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое глубокое знание учебного материала, умения свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.



		окончании образовательного учреждения без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	но" выставляется обучающимся, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	
--	--	---	--	--	--

Таблица 7

### Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично) - зачтено	оценку <b>«отлично»</b> заслуживает обучающийся, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо) - зачтено	оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает обучающийся, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно) - зачтено	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает обучающийся, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно) – не зачтено	оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает обучающийся, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебная литература

№ пп	Наименование источника
6.1.1.	<b>Ухин Б.Н.</b> Гидравлика: учебное пособие. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2009. – 464 с.: ил.
6.1.2.	<b>Гидравлика, гидромашин и гидропневмопривод:</b> учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Т.В.Артемьева, Т.М.Лысенко, А.Н.Румянцева, С.П.Стесин; под ред. С.П.Стесина. – 4-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.– 336 с.

6.1.3.	<b>Черкасский, В.М.</b> Насосы, вентиляторы, компрессоры: учебник для теплоэнергетических специальностей вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с, ил.
6.1.4.	<b>Савинов В.Н.</b> Гидравлика: комплекс учебно-методических материалов / В.Н.Савинов; Нижегород. Гос. Техн. ун-т им. Р.Е.Алексеева. Нижний Новгород, 2009. – 144 с.
6.1.5.	<b>Рабинович, М.Е.</b> Гидравлика: учебное пособие для вузов. Ч.3: Лабораторный практикум / М. Е. Рабинович. - Н.Новгород, 2010.- 119с. - (Комплекс учебно-методических материалов).

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных выше на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль).

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

1. Курсовая работа по дисциплине «Механика жидкости и газа»: метод. указания для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров «Технологические машины и оборудование», профиль «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств» и «Машины и аппараты пищевых производств», всех форм обучения / сост.: В.С. Коновалов, А.А. Сидягин, Д.Е.Суханов; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н Новгород, 2014. – 31 с.

2. Суханов Д.Е., Коновалов В.С., Балахнин И.А. Механика жидкости и газа. Примеры и задачи: учеб. пособие для студентов вузов всех форм обучения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород, 2020. – 101 с.

3. Определение формы поверхности жидкости во вращающемся сосуде: метод. указания к лабораторной работе по дисциплине «Гидравлика и гидравлические машины» для студентов всех форм обучения / НГТУ; сост.: В.И.Сажин, А.А.Иванов, В.А.Алексеев.– Н.Новгород, 2000.– 10 с.

4. Изучение режимов движения жидкости в трубе: метод. указания к лабораторной работе по дисциплине «Гидравлика и гидравлические машины» для студентов всех форм обучения / НГТУ; сост.: В.И.Сажин, А.А.Иванов, В.М.Косырев, В.А.Алексеев.– Н.Новгород, 2000.– 9 с.

5. Экспериментальная иллюстрация уравнения Бернулли: метод. указания к лабораторной работе по дисциплине «Гидравлика и гидравлические машины» для студентов всех форм обучения / НГТУ; сост.: В.И.Сажин, А.А.Иванов, В.М.Косырев, В.А.Алексеев.– Н.Новгород, 2000.– 10 с.

6. Определение параметров истечения жидкости из отверстий и насадков: метод. указания к лабораторной работе по дисциплине «Гидравлика и гидравлические машины» для студентов всех форм обучения / НГТУ; сост.: В.И.Сажин, А.А.Иванов, В.А.Алексеев, Д.Е.Суханов.– Н.Новгород, 2000.– 13 с.

7. Испытание поршневого компрессора: метод. указания к лаб. работе по дисциплине«Гидравлика и гидравлические машины» для студентов всех форм обучения / НГТУ; сост.:В.И.Сажин, А.А. Иванов, В.М. Косырев, В.С. Коновалов [и др.]– Н.Новгород, 2005. – 20с.

8. Комплексные испытания центробежного насоса: метод. указания к лаб. работе по дисциплине «Гидравлика и гидравлические машины» для студентов всех форм обучения / НГТУ; сост.:В.И.Сажин, А.А. Иванов, В.С. Коновалов, В.М. Косырев [и др.]– Н.Новгород, 2006. – 22 с.

9. Испытание центробежного вентилятора: метод. указания к лаб. работе по дисциплине «Гидравлика и гидравлические машины» для студентов всех форм обучения /

## 7 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 7.1. Перечень информационных справочных систем

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента.

Информационные технологии применяются в следующих направлениях: при подготовке и оформлении отчетов о лабораторных работах, выполнении заданий для самостоятельной работы.

Таблица 8

#### 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>

### 7.2. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины

Таблица 9

#### Программное обеспечение

№ п/п	Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	Microsoft Windows 10 (подписка MSDN 700593597, подписка DreamSparkPremium, 19.06.19)	Adobe Acrobat Reader <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>
2	Microsoft office 2010 (Лицензия № 49487295 от 19.12.2011)	OpenOffice <a href="https://www.openoffice.org/ru/">https://www.openoffice.org/ru/</a>
3	Консультант Плюс	PTC Mathcad Express <a href="https://www.mathcad.com/ru">https://www.mathcad.com/ru</a>

### Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 10 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ).

Таблица 10

## Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№ п/п	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>
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>
3	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	<a href="https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus">https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus</a>
4	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети

### 8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 11

### Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	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

Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 «Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся» АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

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

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 12 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ДПИ НГТУ.

Таблица 12

**Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	<b>3204</b> Аудитория для лекционных занятий, 53 посадочных места Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Pentium G4560 3.5 ГГц, 4Гб ОЗУ, монитор 15" – 1шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; Экран – 1 шт.	
2	<b>3112</b> Аудитория для лекционных занятий, 33 посадочных места Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Pentium G4560 3.5 ГГц, 4Гб ОЗУ, монитор 15" – 1шт. Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; Экран – 1 шт.	
3	<b>2105</b> Лаборатория «Механика жидкости и газа», 14 посадочных мест Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Лабораторные установки по проведению лабораторных работ, плакаты	
4	<b>3205</b> Компьютерный класс – Зал САПР - помещение для СРС, курсового и дипломного проектирования, Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	ПК на базе Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ – 10 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 7 (подписи DreamSpark Premium)</li> <li>• Apache OpenOffice 4.1.8(свободное ПО);</li> <li>• Mozilla Firefox(свободное ПО)</li> <li>• Adobe Acrobat Reader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО);</li> <li>• КонсультантПлюс(ГПД 0332100025418000079 21.12.2018);</li> </ul>
5	<b>1234</b> Научно-техническая библиотека ДПИ НГТУ, студенческий читальный зал; Нижегородская обл., г. Дзержинск, ул. Гайдара, д. 49	Комплект демонстрационного оборудования: ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе Intel Pentium G4560 3.5 ГГц, 4 Гб ОЗУ, монитор 20" – 1шт.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Windows 10 Домашняя (поставка с ПК)</li> <li>• LibreOffice 6.1.2.1. (свободное ПО)</li> <li>• Foxit Reader (свободное ПО);</li> <li>• 7-zip для Windows (свободное ПО);</li> </ul>

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
		Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; Экран – 1 шт.; Набор учебно-наглядных пособий	ПО)

## 10 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. 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: аудиторная, внеаудиторная, а также проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;

При преподавании дисциплины «Гидравлика и гидропневмопривод», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность обучающихся при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса, что дает возможность обсудить материал с обучающимися во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях и лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет обучающимся проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе, разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием как встреч с обучающимися, так и современных информационных технологий (электронная почта).

Иницируется активность обучающихся, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы обучающегося, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости обучающихся в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий,

использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса в основном освоено. При устных собеседованиях обучающийся последовательно излагает учебный материал; при затруднениях способен после наводящих вопросов продолжить обсуждение, справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, обучающийся способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

**Результат обучения считается несформированным**, если обучающийся при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

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

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

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

Подготовку к каждой лабораторной работе обучающийся должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом 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.

## **10.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающихся к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающихся на занятиях и в качестве выполненных заданий для самостоятельной работы и других форм текущего контроля.

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

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины обучающиеся могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы.

В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС)

и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

### **10.5. Методические указания для выполнения контрольной работы обучающимися заочной формы**

При выполнении контрольной работы рекомендуется проработка материалов лекций по темам, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6. Выполнение контрольной работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине.

## **11 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости**

Для текущего контроля знаний обучающихся по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- проведение лабораторных работ;
- тестирование по различным разделам курса.

#### **11.1.1. Типовые задания для лабораторных работ**

Типовые задания для лабораторных работ и контрольные вопросы приведены в методических указаниях по проведению лабораторных работ.

#### **11.1.2. Типовые тестовые задания**

##### **Примеры тестовых заданий по дисциплине «Механика жидкости и газа»**

Характер пульсации скорости и давления при турбулентном режиме течения:

≤ детерминированный

Р стохастический

Зависимость локальной скорости жидкости от времени для турбулентного установившегося течения имеет вид:



При свободном скатывании цистерны с водой с наклонной плоскости без трения свободная поверхность воды расположена ...

- 1) горизонтально;
- 2) параллельно наклонной плоскости;
- 3) наклонена на промежуточный угол;
- 4) наклонена на угол, превышающий угол наклонной плоскости.



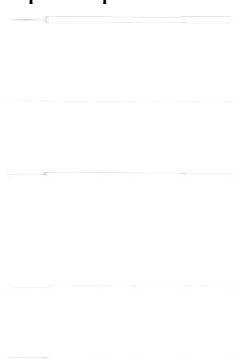
При равномерном скатывании цистерны с мазутом с наклонной плоскости свободная поверхность воды расположена ...

- 1) горизонтально;
- 2) параллельно наклонной плоскости;
- 3) наклонена на промежуточный угол;
- 4) наклонена на угол, превышающий угол наклонной плоскости.

При скатывании цистерны с бензином с наклонной плоскости при наличии трения свободная поверхность воды расположена ...

- 5) горизонтально;
- 6) параллельно наклонной плоскости;
- 7) наклонена на промежуточный угол;
- 8) наклонена на угол, превышающий угол наклонной плоскости.

Характер изменения скорости жидкости по длине канала имеет вид:



Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости имеет вид:

$$\leq z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g}.$$

$$\leq z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{1}{g} \int_1^2 \frac{\partial V}{\partial t} dl.$$

$$\text{Р } z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + h_{1-2},$$

$$\leq \frac{k}{k-1} \frac{p}{\rho} + \frac{V^2}{2} = \frac{k}{k-1} \frac{p_0}{\rho_0} + \frac{V_0^2}{2}.$$

Формула для определения полного напора потока вязкой жидкости имеет вид:

$$\leq h_{mp} = \lambda \frac{l}{4Rr} \frac{V^2}{2g},$$

$$\text{Р } H = z + \frac{p}{\rho g} + \alpha \frac{V^2}{2g}.$$

$$\leq gH = gz + \frac{p}{\rho} + \alpha \frac{V^2}{2}$$

$$\leq h_M = \zeta \frac{V^2}{2g}.$$

**Открытая форма**

Режим течения, соответствующий числу Рейнольдса  $Re=30$ :

**Ламинарный**

Режим течения, соответствующий числу Рейнольдса  $Re=1800$ :

**Ламинарный**

Режим течения, соответствующий числу Рейнольдса  $Re=4500$ :

**Переходный (неустойчивый турбулентный)**

Режим течения, соответствующий числу Рейнольдса  $Re=20000$ :

**Турбулентный**

Локальная скорость жидкости при турбулентном режиме течения равна сумме двух составляющих: осредненной и .....

**Пульсационной**

Эффективная вязкость при турбулентном режиме течения равна сумме динамической вязкости и ...

**Турбулентной вязкости**

При истечении жидкости через отверстие коэффициент ... выражает отношение площадей поперечного сечения выходной струи и отверстия.

**Сжатия струи**

При истечении жидкости через отверстие коэффициент ... выражает отношение действительной скорости истечения к скорости истечения идеальной жидкости.

**Скорости**

При истечении жидкости через отверстие коэффициент ... выражает отношение действительного расхода к теоретическому.

**Расхода**

### **Упорядочиваемая форма**

Последовательность проектного гидравлического расчета трубопровода:

- 1) определение гидравлических потерь
- 2) определение числа Рейнольдса
- 3) определение потребного напора
- 4) определение диаметра трубопровода
- 5) выбор средней скорости жидкости

**5, 4, 2, 1, 3**

Последовательность уравнений, используемых при проектном гидравлическом расчете трубопровода:

- 1) уравнение расхода
- 2) уравнение Бернулли
- 3) уравнение Дарси-Вейсбаха

**1, 3, 2**

Последовательность формул, используемых при проектном гидравлическом расчете трубопровода:

1)  $H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + H_c + h_n$ ; 2) или  $\lambda = 0,11 \left( \varepsilon + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25}$ ; 3)  $h_n = \left( \lambda \frac{l}{d} + \sum \zeta \right) \frac{w^2}{2g}$ ;  
 4)  $d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi w}}$ ; 5)  $\text{Re} = \frac{wd\rho}{\mu}$ .

4, 5, 2, 3, 1

### Соответственная форма

Установите соответствие:

Группа неньютоновских жидкостей	Вид неньютоновской жидкости
1) Стационарные 2) Нестационарные 3) Вязкоупругие	а) Бингамовская б) Псевдопластичная в) Дилатантная г) Тиксотропная д) Реопектантная е) Максвелловская

1 – а, б, в; 2 – г, д; 3 – е