

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых  
производств»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

*«Б.1.2.5 Механика жидкости и газа»*

*«21.03.01 «Нефтегазовое дело»*

Профиль: «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов  
нефтегазового производства»

форма обучения – очная  
курс – 3  
семестр – 5  
зачетных единиц – 4  
часов в неделю – 4  
всего часов – 144,  
в том числе:  
лекции – 32  
практические занятия – 16  
лабораторные занятия – 16  
самостоятельная работа – 80  
зачет – не предусмотрен  
экзамен – 5 семестр  
РГР – не предусмотрена  
курсовая работа – не предусмотрена  
курсовой проект – не предусмотрен

Рабочая программа обсуждена на заседании  
кафедры ТОХП  
20.06.2022 года, протокол №10  
Зав. кафедрой Левкина Н.Л.Левкина

Рабочая программа утверждена  
на заседании УМКН направления НФГД  
27.06.2022 года, протокол №5  
Председатель УМКН Левкина Н.Л.Левкина

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Учебная дисциплина «Механика жидкости и газа» реализует требования федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело».

Целью изучения дисциплины является формирование необходимой начальной базы знаний о законах равновесия и движения жидкостей и газа, приобретение студентами навыков расчета сил, действующих на стенки резервуаров, гидравлического расчета трубопроводов различного назначения для стационарных и нестационарных режимов течения жидкостей, решения технологических задач химических и нефтегазовых производств, задач борьбы с осложнениями и авариями, которые могут возникнуть в гидродинамических системах.

Задачи дисциплины направлены на приобретение знаний для формирования у студентов комплекса знаний, необходимых для решения производственно-технологических, научно-исследовательских, проектных и эксплуатационных задач отрасли, в том числе связанных с оценкой параметров течения в технологических процессах химических и нефтегазовых производствах, а также с построением проектов разработки месторождений.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВО**

Дисциплина относится к блоку Б.1.2 Вариативная часть. Указанная дисциплина основывается на знаниях и умениях, полученных при изучении дисциплин Б.1.1.5 «Математика», Б.1.1.6 «Физика» и Б.1.1.9 «Информатика», изучаемых в 1-4 семестрах.

Знания, приобретенные в курсе «Механика жидкости и газа», могут быть использованы в следующих дисциплинах по направлению «Технологические машины и оборудование»: Б.1.2.7 «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика», Б.1.2.13 «Процессы и аппараты нефтегазовых производств», Б.1.2.16 «Трубопроводные системы» и Б.1.2.15 «Расчет и конструирование машин и аппаратов».

Студент должен знать основы механики жидкости, газа и многофазных сред; законы равновесия и движения жидкостей; основные законы движения вязких жидкостей.

Студент должен уметь использовать полученные навыки при решении теоретических и практических задач по вычислению гидравлических сопротивлений и потерь напора; определению чисел Рейнольдса и режимов движения жидкостей; основных параметров при движении жидкостей в коллекторах; а также применять полученные знания, навыки и умения в последующей профессиональной деятельности.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

1. способность решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общетехнические знания (ОПК-1);
2. способность внедрять новую технику и передовые технологии (ПК-1).

Студент должен знать:

- основные физические свойства жидкостей;
- распределение давления в покоящейся жидкости;
- основные законы движения вязких жидкостей и газов;
- законы распределения скоростей и сопротивлений при ламинарных и турбулентных течениях в трубах;
- изменение давления при гидравлическом ударе в трубах, формулы Жуковского Н.Е.

Студент должен уметь:

- определять режимы движения и потери напора в напорных трубопроводах;
- проводить гидромеханические эксперименты в лабораторных условиях и обрабатывать их результаты;
- проводить практические расчеты различных резервуаров, применяемых для сбора, хранения и подготовки жидкостей, в том числе нефти и газа, к транспорту;
- проводить расчеты простых и сложных трубопроводов;
- проводить расчеты колебаний давления при гидравлическом ударе;
- проводить практические расчеты силового воздействия потока на ограничивающие его стенки.

Студент должен владеть:

- основными методами наблюдения и эксперимента;
- методиками гидравлических расчетов гидродинамических систем;
- методами оптимизации гидродинамических процессов;
- гидродинамическими методами расчета и анализа режимов работы технологического оборудования и аварийных ситуаций при строительстве, обустройстве, разработке скважин.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)
<b>ОПК-1</b> Способен решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общепрофессиональные знания.	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов.
	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов.	Владеет принципиальными особенностями моделирования математических, физических процессов, предназначенными для гидравлических процессов.
ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей.	Владеет навыком использования общепрофессиональных знаний, в рамках поставленных вопросов.

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)
<b>ПК-1</b> Способен внедрять новую технику и передовые технологии.	ИД-5 <sub>ПК-1</sub> Обладает знаниями по подготовке предложения в планы внедрения новой техники и оборудования, в планы реконструкций производственных объектов.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ИД-5 <sub>ПК-1</sub> Обладает знаниями по подготовке предложения в планы внедрения новой техники и оборудования, в планы реконструкций производственных объектов.	Владеет навыком подготовки предложений в планы по внедрению новой техники и оборудования для решения производственных задач.

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Не-де-ли	№ Те-мы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лек-ции	Кол-лок-виу-мы	Лабо-ратор-ные	Практи-ческие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>5 семестр</b>									
1	1	1	Вводная часть	7	2	-	-	1	4
	1-3	2	Гидростатика	20	4	-	-	4	12
	3-7	3	Гидродинамика.	30	6	-	4	4	16
2	7-10	4	Гидравлические сопротивления	34	6	-	8	4	16
	11-12	5	Истечение жидкости через отверстия и насадки.	17	4	-	4	1	8
	13-14	6	Движение тел в жидкости.	13	4	-	-	1	8
	15-16	7	Движение жидкости в напорных трубопроводах	23	6	-	-	1	16
Всего:				144	32	-	16	16	80

#### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учено-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Предмет и задачи курса. История возникновения и развитие науки «Механика жидкости и газа». Основные понятия и определения, идеальная и реальная жидкость. Основные физические свойства жидкости. Силы, действующие в жидкости.	[ 1, 2, 5, 6]
2	4	2	Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости Эйлера. Основное уравнение гидростатики	[ 1, 2, 5, 6]

		3	Геометрический и энергетический смысл основного уравнения гидростатики.  Определение силы полного давления на плоские фигуры. Уравнение поверхности равного давления. Закон Архимеда. Основы теории плавания тел.	
3	6	4	Основные задачи гидродинамики. Методы исследования гидродинамики. Основы теории подобия. Траектория, линии тока, трубка тока. Элементарная струйка и ее свойства. Уравнение неразрывности для элементарной струйки. Характеристики потока. Уравнение неразрывности в гидравлической форме. Виды движения потока жидкости.	[ 1, 2, 3, 6, 10]
		5	Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости Эйлера. Дифференциальное уравнение неразрывности движения жидкости. Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости Новье-Стокса.	
		6	Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости. Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости. Гидравлический уклон. Понятие о плавно-изменяющемся потоке жидкости. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.	
4	6	7	Потери напора и гидравлические сопротивления. Классификация потерь напора. Режимы движения жидкости. Опыт Рейнольдса, критерий Рейнольдса. Распределение скоростей и касательных напряжений по живому сечению трубы при ламинарном режиме. Расход потока и потери напора при ламинарном движении жидкости в прямых круглых трубах. Уравнение Пуазейля. Уравнение Дарси.	[ 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9]
		8	Механизм и структура турбулентного потока. Осредненная скорость, турбулентные пульсации, интенсивность турбулентности. Напряжение силы трения в турбулентном потоке.	
		9	Турбулентная вязкость. Понятие о пограничном слое. Распределение скоростей по живому сечению трубы при турбулентном режиме. Потери напора при турбулентном режиме.	
		10	Гидравлические гладкие и шероховатые стенки. Зоны гидравлических сопротивлений. График Никурадзе. Потери напора в местных сопротивлениях. Уравнение Дарси-Вейсбаха.	
5	4	11	Истечение жидкости через малое незатопленное	[ 1, 2, 3, 6, 10]

		12	отверстие в тонкой стенке. Истечение жидкости через затопленные отверстия. Истечение жидкости через насадки при постоянном напоре. Истечение жидкости через отверстия и насадки при переменном напоре.	
6	4	13	Внешняя задача гидродинамики. Осаждение под действием силы тяжести. Режимы осаждения. Кинетика осаждения, скорость осаждения. Критериальные уравнения для определения скорости осаждения.	[ 1, 2, 11]
		14	Осаждение частиц неправильной формы. Стесненное осаждение. Смешанная задача гидродинамики. Движение жидкости через неподвижные зернистые и пористые слои.	
7	6	15	Задачи расчета трубопроводов. Основные расчетные формулы. Расчет простого трубопровода с последовательным соединением. Расчет тупиковых разветвленных трубопроводов. Расчет параллельно-разветвленных трубопроводов.	[ 1, 2, 6, 10]
		16	Расчет коротких трубопроводов и сифонов. Гидравлические характеристики трубопроводов. Основы технико-экономического расчета трубопроводов. Гидравлический удар в напорных трубопроводах. Скорость распространения ударной волны. Формула Жуковского.	

## 6. Содержание коллоквиумов

Коллоквиумы не предусмотрены учебным планом.

## 7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, обрабатываемые на практическом занятии	Учено-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	1	1	Системы единиц измерения. Пересчет из одной системы единиц в другую. Сжимаемость жидкости. Объемное (температурное) расширение жидкости. Вязкость.	[ 4, 8, 12]
2	4	1-3	Гидростатическое давление. Абсолютное и избыточное давления и вакуум. Основное уравнение гидростатики. Сила полного давления жидкости на плоские фигуры. Поверхности равного давления. Закон Архимеда. Основы теории плавания тел	[ 1, 2, 4, 8, 12]
3	4	3-5	Гидравлический радиус. Эквивалентный диаметр. Объемный расход. Уравнение расхода при установившемся режиме движения. Уравнение	[ 1, 2, 4, 8, 12]

			Бернулли для элементарной струйки. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.	
4	4	5-7	Режимы движения, критерий Рейнольдса. Максимальная и средняя скорость при ламинарном режиме. Расход потока при ламинарном режиме, уравнение Пуазейля. Потери напора при ламинарном режиме, уравнение Дарси. Потери напора при турбулентном режиме. Гидравлически гладкие трубы, уравнение Блазиуса. Зоны гидравлических сопротивлений, график, графики Никурадзе. Потери напора в местных сопротивлениях, уравнения Вейсбаха и Дарси-Вейсбаха.	[ 1, 2, 4, 8, 12]
5	1	7	Расход и скорость истечения жидкости через малое незатопленное отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре. Истечение через затопленное отверстие при постоянном напоре. Расход жидкости при истечении через насадки при постоянном напоре. Время истечения и полного опорожнения сосуда при переменном напоре. Траектория вытекающей струи.	[ 1, 2, 4, 8, 10, 12]
6	1	8	Режимы осаждения под действием силы тяжести, критерий Рейнольдса. Кинетика осаждения, скорость осаждения. Определение скорости осаждения по критериальным уравнениям. Определение скорости стесненного осаждения.	[ 1, 11, 12]
7	1	8	Задачи расчета, основные расчетные формулы. Расчет простого трубопровода с последовательным соединениями. Расчет тупиковых разветвленных трубопроводов. Расчет параллельно-разветвленных трубопроводов. Расчет сифонов, максимальная высота подъема сифона, потери напора в сифоне. Расчет коротких трубопроводов. Гидравлический удар в напорных трубопроводах. Давление перед препятствием при гидравлическом ударе. Скорость распространения ударной волны, формула Жуковского. Периоды распространения ударной волны, отраженная ударная волна. Минимальное время закрытия задвижки.	[ 1, 2, 4, 6, 10]

## 8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, обрабатываемые на лабораторном занятии	Учено-методическое обеспечение
1	2	3	4
3	4	Исследование режимов движения жидкости и опытная проверка критерия Рейнольдса.	[ 16]
4	4	Исследование коэффициента гидравлического трения.	[ 16]
4	4	Определение коэффициентов местных сопротивлений.	[ 16]
5	4	Исследование истечения жидкости через отверстия и насадки.	[ 16]



## 9. Задания для самостоятельной работы студентов

Текущая самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине «Механика жидкости и газа», направленная на углубление и закрепление знаний студента, на развитие практических умений, включает в себя следующие виды работ:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по темам, вынесенным на самостоятельную проработку;
- подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам и экзамену.

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учено-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	4	История возникновения и развитие науки "Механика жидкости и газов". Силы, действующие в жидкости. Методы математического описания законов движения жидкости.	[ 1, 5]
2	12	Свойства гидростатического давления. Способы измерения давления, приборы для измерения давления. Устройство механических манометров. Единицы измерения давления и соотношение между ними. Форма свободной поверхности жидкости во вращающемся сосуде. Остойчивость тел, плавающих на свободной поверхности. Эпюры гидростатического давления.	[ 1, 2, 6]
3	16	Практические применения уравнения Бернулли. Принцип действия струйных насосов. Измерение скорости с помощью трубки Пито-Прандтля. Измерение расхода с помощью сужающих устройств. Течение неньютоновских жидкостей.	[ 1, 2, 6]
4	16	Зоны гидравлических сопротивлений, график Никурадзе. Определение потерь напора по длине, уравнение Дарси. Определение потерь напора в местных сопротивлениях, уравнение Вейсбаха. Расчет коротких трубопроводов. Расчет сифонов.	[ 1, 2, 6]
5	8	Истечение через затопленные отверстия. Истечение через большие отверстия и водосливы. Истечение через насадки.	[ 1, 2, 6]
6	8	Закон осаждение Стокса. Стесненное осаждение. Критериальные уравнения для определения скорости осаждения. Скорость стесненного осаждения. Движение жидкости через неподвижные зернистые и пористые слои. Гидродинамика кипящих зернистых слоев.	[ 1, 11, 12]
7	16	Гидравлический удар в напорных трубопроводах. Скорость распространения ударной волны. Расчет простого трубопровода. Расчет разветвленных тупиковых и параллельно-разветвленных трубопроводов.	[ 1, 2, 6, 10]

## 10. Расчетно-графическая работа

Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом.

## 11. Курсовая работа

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

## 12. Курсовой проект

Курсовой проект не предусмотрен учебным планом.

## 13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Механика жидкости и газа» должны быть сформированы общепрофессиональная и профессиональная компетенции ОПК-1, ПК-1.

### Уровни освоения компетенции

Индекс ОПК-1	Формулировка: Способность решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания
-----------------	--

Ступени уровней освоения компетенции	Показатели оценки результатов	Технологии формирования	Отличительные признаки	Средства и технологии оценки
Пороговый (удовлетв.)	Знает: основные физические свойства жидкостей; распределение давления в покоящейся жидкости. Умеет: определять режимы движения и потери напора в напорных трубопроводах; проводить гидромеханические эксперименты в лабораторных	Лекции, практические занятия, лабораторные занятия	Воспроизводит основные понятия, знает методы, процедуры, свойства, приводит факты, идентифицирует, дает обзорное описание.	Практические и лабораторные работы выполнены с небольшими замечаниями, имелись затруднения при ответе на дополнительные вопросы; не менее 60% правильных ответов при выполнении тестовых

	<p>условиях и обрабатывать их результаты;</p> <p>проводить практические расчеты различных резервуаров, применяемых для сбора, хранения и подготовки жидкостей, в том числе нефти и газа, к транспорту.</p> <p>Владеет: основными методами наблюдения и эксперимента; методиками гидравлических расчетов гидродинамических систем.</p>			<p>заданий; не вполне законченные выводы в ответе на вопросы на экзамене</p>
<p>Продвину- тый (хорошо)</p>	<p>Знает: основные физические свойства жидкостей; распределение давления в покоящейся жидкости.</p> <p>Умеет: определять режимы движения и потери напора в напорных трубопроводах; проводить гидромеханические эксперименты в лабораторных условиях и обрабатывать их результаты;</p> <p>проводить практические расчеты различных резервуаров, применяемых для сбора, хранения и подготовки жидкостей, в том числе нефти и газа, к транспорту.</p> <p>Владеет: основными методами наблюдения</p>		<p>Выявляет взаимосвязи, классифицирует, упорядочивает, интерпретирует, планирует, применяет законы, реализовывает, использует.</p>	<p>Практические и лабораторные работы выполнены с небольшими замечаниями, имелись небольшие неточности при ответе на дополнительные вопросы; не менее 75% правильных ответов при выполнении тестовых заданий; имеются негрубые ошибки или неточности при ответе на вопросы на экзамене</p>

	и эксперимента; методиками гидравлических расчетов гидродинамических систем.			
Высокий (отлично)	<p>Знает: основные физические свойства жидкостей; распределение давления в покоящейся жидкости.</p> <p>Умеет: определять режимы движения и потери напора в напорных трубопроводах; проводить гидромеханические эксперименты в лабораторных условиях и обрабатывать их результаты; проводить практические расчеты различных резервуаров, применяемых для сбора, хранения и подготовки жидкостей, в том числе нефти и газа, к транспорту.</p> <p>Владеет: основными методами наблюдения и эксперимента; методиками гидравлических расчетов гидродинамических систем.</p>		Анализирует, диагностирует, оценивает, прогнозирует, конструирует.	Практические и лабораторные работы выполнены без замечаний, студент свободно отвечает на дополнительные вопросы; не менее 90% правильных ответов при выполнении тестовых заданий; студент умеет оперировать специальными терминами, использует в ответе дополнительный материал, иллюстрирует теоретические положения практическими примерами при ответе на вопросы на экзамене

Индекс ПК-1	<p>Формулировка: Способность внедрять новую технику и передовые технологии</p>			
----------------	--	--	--	--

Ступени уровней освоения компетен- ции	Показатели оценки результатов	Технологии формирова- ния	Отличительные признаки	Средства и технологии оценки
--	----------------------------------	---------------------------------	---------------------------	------------------------------------

<p>Пороговый (удовлетв.)</p>	<p>Знает: основные законы движения вязких жидкостей и газов; законы распределения скоростей и сопротивлений при ламинарных и турбулентных течениях в трубах; изменение давления при гидравлическом ударе в трубах, формулы Жуковского Н.Е. Умеет: проводить расчеты простых и сложных трубопроводов; проводить расчеты колебаний давления при гидравлическом ударе; проводить практические расчеты силового воздействия потока на ограничивающие его стенки. Владеет: методами оптимизации гидродинамических процессов; гидродинамическими методами расчета и анализа режимов работы технологического оборудования и аварийных ситуаций при строительстве, обустройстве, разработке скважин.</p>	<p>Лекции, практические занятия, лабораторные занятия</p>	<p>Воспроизводит основные понятия, знает методы, процедуры, свойства, приводит факты, идентифицирует, дает обзорное описание.</p>	<p>Практические и лабораторные работы выполнены с небольшими замечаниями, имелись затруднения при ответе на дополнительные вопросы; не менее 60% правильных ответов при выполнении тестовых заданий; не вполне законченные выводы в ответе на вопросы на экзамене</p>
<p>Продвину-тый (хорошо)</p>	<p>Знает: основные законы движения вязких жидкостей и газов; законы распределения скоростей и сопротивлений при ламинарных и турбулентных</p>		<p>Выявляет взаимосвязи, классифицирует, упорядочивает, интерпретирует, планирует, применяет законы,</p>	<p>Практические и лабораторные работы выполнены с небольшими замечаниями, имелись небольшие неточности при</p>

	<p>течениях в трубах; изменение давления при гидравлическом ударе в трубах, формулы Жуковского Н.Е.</p> <p>Умеет: проводить расчеты простых и сложных трубопроводов; проводить расчеты колебаний давления при гидравлическом ударе; проводить практические расчеты силового воздействия потока на ограничивающие его стенки.</p> <p>Владеет: методами оптимизации гидродинамических процессов; гидродинамическими методами расчета и анализа режимов работы технологического оборудования и аварийных ситуаций при строительстве, обустройстве, разработке скважин.</p>		<p>реализовывает, использует.</p>	<p>ответе на дополнительные вопросы; не менее 75% правильных ответов при выполнении тестовых заданий; имеются негрубые ошибки или неточности при ответе на вопросы на экзамене</p>
<p>Высокий (отлично)</p>	<p>Знает: основные законы движения вязких жидкостей и газов; законы распределения скоростей и сопротивлений при ламинарных и турбулентных течениях в трубах; изменение давления при гидравлическом ударе в трубах, формулы Жуковского Н.Е.</p> <p>Умеет: проводить расчеты простых и сложных</p>		<p>Анализирует, диагностирует, оценивает, прогнозирует, конструирует.</p>	<p>Практические и лабораторные работы выполнены без замечаний, студент свободно отвечает на дополнительные вопросы; не менее 90% правильных ответов при выполнении тестовых заданий; студент умеет оперировать</p>

	<p>трубопроводов; проводить расчеты колебаний давления при гидравлическом ударе; проводить практические расчеты силового воздействия потока на ограничивающие его стенки. Владеет: методами оптимизации гидродинамических процессов; гидродинамическими методами расчета и анализа режимов работы технологического оборудования и аварийных ситуаций при строительстве, обустройстве, разработке скважин.</p>			<p>специальными терминами, использует в ответе дополнительный материал, иллюстрирует теоретические положения практическими примерами при ответе на вопросы на экзамене</p>
--	---	--	--	--

#### Критерии оценивания:

**Содержательные:** - демонстрация теоретических знаний; - демонстрация приобретенных умений и навыков; - достоверность представленных сведений – в тексте докладов (презентаций) должны содержаться ссылки на все использованные источники информации; - логичность, аргументированность изложения; - выражение собственного мнения, основанного на научном подходе.

**Формальные:** - четкая структура ответа или доклада; - наглядность визуальных (иллюстрационных) материалов презентации; - подробное описание методики лабораторной работы, ее приборного обеспечения, представление полученных результатов, наличие цели работы и выводов; - четкость ответов на заданные вопросы – выслушав вопрос, следует подтвердить, что он понят, в ином случае следует либо уточнить непонятые детали, либо честно признать свою неготовность ответить, пауза на размышление не должна превышать 10 секунд.

Практические и/или лабораторные работы считаются успешно выполненными в случае предоставления в конце занятий, отведенных на выполнение этой работы, отчета, включающего тему, ход работы, соответствующие рисунки и подписи (при наличии), и ответе на вопросы (защите) по теме работы. Шкала оценивания – «зачтено» / «не зачтено». «Зачтено» за практическую и/или лабораторную работу ставится в случае, если она полностью и правильно выполнена, и при этом обучающимся

показано свободное владение материалом по дисциплине. «Не зачтено» ставится в случае, если практическая и/или лабораторная работа выполнена неверно и/или не полностью, и она возвращается студенту на доработку, а затем вновь сдаётся на проверку преподавателю.

Самостоятельная работа считается успешно выполненной в случае предоставления отчета по каждой теме. Задание для отчета соответствует пункту 9 рабочей программы. Оценивание отчетов проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». «Зачтено» выставляется в случае, если отчет оформлен в соответствии с критериями:

- правильность оформления отчета (титульная страница, оглавление и оформление источников);
- уровень раскрытия темы отчета / проработанность темы;
- структурированность материала;
- количество использованных литературных источников.

В случае если какой-либо из критериев не выполнен, отчет возвращается на доработку.

В конце семестра обучающийся письменно отвечает на тестовые задания, содержащие вопросы по изученному материалу. Оценивание тестовых заданий проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. При ответе более чем, на 60 % вопросов выставляется «зачтено», в случае меньшего количества правильных ответов ставится «не зачтено».

К экзамену по дисциплине обучающиеся допускаются при:

- предоставлении и защите отчетов по всем практическим занятиям;
- предоставлении и защите отчетов по всем лабораторным работам;
- успешном написании тестовых заданий.

Экзамен сдается по билетам, в которых представлено 2 теоретических вопроса из перечня «Вопросы для экзамена». Оценивание проводится по принципу «отлично» / «хорошо» / «удовлетворительно» / «неудовлетворительно».

«Отлично» ставится при правильном, полном и логично построенном ответе, умении оперировать специальными терминами, использовании в ответе дополнительного материала, иллюстрировании теоретического положения практическим материалом. «Хорошо» ставится, если при ответе имеются негрубые ошибки или неточности. В случае затруднения в использовании практического материала и не вполне законченных выводов или обобщений в ответе, ставится оценка «удовлетворительно».

«Неудовлетворительно» ставится при схематичном неполном ответе и неумении оперировать специальными терминами или их незнании.

### **Вопросы для зачета**

Зачет не предусмотрен учебным планом.



## Вопросы для экзамена

1. Предмет задачи курса. История возникновения и развития курса.
2. Основные определения и физические свойства жидкости. Силы, действующие в жидкости.
3. Гидростатическое давление и его свойство.
4. Дифференциальное уравнение равновесия Эйлера.
5. Основное уравнение гидростатики. Эпюры гидростатического давления.
6. Геометрический и энергетический смысл основного уравнения гидростатики.
7. Способы измерения гидростатического давления. Приборы для измерения давления.
8. Суммарное давление жидкости на плоские поверхности.
9. Закон Архимеда. Основы теории плавания тела.
10. Относительный покой жидкости. Поверхности равного давления. Практическое применение законов гидростатики.
11. Основные задачи гидростатики. Методы изучения движения жидкости.
12. Траектория движения. Линия тока. Трубка тока.
13. Элементарная струйка и ее свойства. Объемный расход жидкости. Уравнение неразрывности для элементарной струйки капельной жидкости при установившемся движении.
14. Поток жидкости. Основные характеристики потока жидкости. Средняя скорость потока.
15. Уравнение неразрывности для потока жидкости при установившемся (в гидравлической форме).
16. Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости Эйлера.
17. Дифференциальные уравнения неразрывности движения жидкости.
18. Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости (уравнение Эйлера).
19. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.
20. Геометрический и энергетический смысл уравнения Бернулли.
21. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.
22. Понятие о плавно изменяющемся движении потока жидкости.
23. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Условие применимости уравнения Бернулли.
24. Практическое применение уравнения Бернулли. Струйные насосы. Трубка Пито-Прандтля. Изменение расхода с помощью сужающих устройств.
25. Режимы движения жидкости. Критерии Рейнольдса.
26. Ламинарное движение жидкости. Распределение скоростей по живому сечению. Распределение напряжения силы трения по живому сечению.
27. Определение расхода и средней скорости при ламинарном режиме.
28. Определение потерь напора на гидравлические сопротивления при ламинарном режиме течения. Формула Дарси.

29. Механизм и структура турбулентного потока.
30. Толщина ламинарного слоя в турбулентном потоке. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы.
31. Напряжение сил трения в турбулентном потоке.
32. Распределение скоростей по живому сечению потока при турбулентном режиме.
33. Потери напора на гидравлические сопротивления при турбулентном режиме. График Никурадзе.
34. Потери напора в местных сопротивлениях.
35. Истечение жидкости через малые незатопленные отверстия и тонкой стенке при постоянном напоре.
36. Истечение через затопленные отверстия.
37. Истечение через насадки при постоянном напоре.
38. Истечение через отверстия и насадки при переменном напоре.
39. Внешняя задача гидродинамики, движение тел в жидкости. Осаждение под действием силы тяжести. Режимы осаждения.
40. Кинетика осаждения. Скорость осаждения.
41. Критериальные уравнения для определения скорости осаждения.
42. Степенное осаждение.
43. Движение жидкости через неподвижные зернистые и пористые слои.
44. Виды трубопроводов. Основные расчетные формулы при движении жидкости в напорных трубопроводах.
45. Расчет трубопроводов с последовательным соединением.
46. Гидравлический расчет тупиковых и параллельно-разветвленных трубопроводов.
47. Гидравлические характеристики трубопроводов.
48. Гидравлический расчет коротких трубопроводов и сифонов. Предельная высота всасывания.
49. Гидравлическая характеристика трубопровода.
50. Расчет диаметра трубопроводов. Экономически наиболее выгодная скорость движения жидкости в трубопроводах.
51. Гидравлический удар в напорных трубопроводах.
52. Скорость распространения ударной волны. Периоды гидравлического удара.
53. Прямой и не прямой гидравлический удар.

### **Тестовые задания по дисциплине**

#### **Вариант 1**

1. Что называют гидравликой?
  - 1) науку, которая изучает равновесие и движение жидкостей;
  - 2) науку, которая изучает движение водных потоков;
  - 3) науку, которая изучает положение жидкостей в пространстве;
  - 4) науку, которая изучает взаимодействие водных потоков.

2. Укажите разновидность жидкой субстанции, не являющейся капельной.
- 1) азот;
  - 2) ртуть;
  - 3) бензин;
  - 4) водород.
3. Что такое реальная жидкость?
- 1) которой в действительности не существует;
  - 2) способную к моментальному испарению;
  - 3) которая находится в реальных условиях;
  - 4) с присутствующим внутренним трением.
4. Какой может быть внешняя сила, действующая на жидкую субстанцию?
- 1) инерциальная, поверхностная;
  - 2) поверхностная, внутренняя;
  - 3) тяготения, давления;
  - 4) массовая, поверхностная.
5. Укажите определение массы жидкой субстанции, заключённой в единице объёма.
- 1) плотность;
  - 2) удельная плотность;
  - 3) вес;
  - 4) удельный вес.
6. Дайте определение понятию сжимаемости для жидких субстанций.
- 1) видоизменение формы в результате действия давления;
  - 2) сопротивление воздействию давления, без видоизменения формы;
  - 3) изменение объёма в результате действия давления;
  - 4) сопротивление воздействию давления с видоизменением формы.
7. Что не характеризует вязкость жидкой субстанции?
- 1) статический коэффициент вязкости;
  - 2) кинематический вязкостный коэффициент;
  - 3) динамический коэффициент вязкости;
  - 4) градус Энглера.
8. Какой из перечисленных процессов не характерен для окисления жидкостей?
- 1) выпадение осадка в виде смолы;
  - 2) изменение цвета жидкой субстанции;
  - 3) увеличение вязкости;
  - 4) выпадение осадка в виде шлака.
9. Какое давление можно определить с помощью основного уравнения гидростатики?
- 1) которое действует на свободную поверхность;
  - 2) на дне резервуара;
  - 3) которое действует на объект, помещённый в жидкость;
  - 4) в каждой точке рассматриваемого объёма.
10. Название объёма жидкости, протекающей за единицу времени через живое сечение –
- 1) расход потока;
  - 2) объёмное течение;
  - 3) быстрота потока;

4) скорость течения.

11. Укажите название течения жидкой субстанции со свободной поверхностью.

- 1) установленное;
- 2) напорное;
- 3) произвольное;
- 4) безнапорное.

12. Что называют гидравлическим сопротивлением?

- 1) сопротивление жидкой субстанции к деформации формы собственного русла;
- 2) сопротивление, которое препятствует прохождению жидкой субстанции;
- 3) сопротивление, характеризующееся падением скорости движения жидкой субстанции через трубопровод;
- 4) сопротивление трубопровода, сопровождаемое энергетическими потерями жидкой субстанции.

13. Каким может быть гидравлическое сопротивление?

- 1) местным, линейным;
- 2) линейным, квадратичным;
- 3) местным, нелинейным;
- 4) нелинейным, линейным.

14. Чем характерен турбулентный режим движения жидкой субстанции?

- 1) послойным движением частиц жидкой субстанции;
- 2) беспорядочным и одновременно послойным движением частиц жидкой субстанции;
- 3) бессистемным движением частиц жидкости внутри трубопровода;
- 4) послойным движением частиц жидкой субстанции исключительно в центральной части трубопровода.

## Вариант 2

1. Какое физическое вещество называется жидкостью?

- 1) которое способно заполнять всё свободное пространство;
- 2) которое может видоизменять свой объём;
- 3) которое видоизменяет форму в результате воздействия сил;
- 4) способное к текучести.

2. Укажите разновидность жидкой субстанции, не являющейся газообразной.

- 1) жидкий азот;
- 2) водород;
- 3) ртуть;
- 4) кислород.

3. Что такое идеальная жидкость?

- 1) пригодная к применению;
- 2) без внутреннего трения;
- 3) способная к сжатию;
- 4) которая существует исключительно в ряде условий.

4. Что подразумевается под воздействием давления на жидкую субстанцию?

- 1) неподвижное состояние;

- 2) процесс течения;
- 3) видоизменение формы;
- 4) силовое воздействие.

5. Что происходит с удельным весом жидкой субстанции, если  $t^\circ$  увеличивается?

- 1) возрастание;
- 2) уменьшение;
- 3) возрастание с последующим уменьшением;
- 4) никаких изменений.

6. Какой коэффициент характеризует сжимаемость жидкой субстанции?

- 1) объёмного сжатия;
- 2) Джоуля;
- 3) температурный;
- 4) возрастания.

7. Что происходит с вязкостью жидкости, если  $t^\circ$  увеличивается?

- 1) увеличение;
- 2) никаких изменений;
- 3) уменьшение;
- 4) становится постоянной.

8. О чём говорит второе правило о свойствах гидростатического давления?

- 1) об отсутствии изменений, независимо от направления;
- 2) о постоянстве и перпендикулярному расположению относительно стенок резервуара;
- 3) об изменении, в зависимости от месторасположения;
- 4) об отсутствии изменений в горизонтальной плоскости.

9. Что называют водоизмещением?

- 1) вес жидкости, которая была взята в объёме погружённой части судна;
- 2) наибольший объём жидкости, которую вытесняет плавающее судно;
- 3) вес жидкости, которая была взята в объёме судна;
- 4) объём жидкости, которую вытесняет плавающее судно.

10. Определение отношения расхода жидкой субстанции к площади живого сечения -

- 1) средний расход текущего потока;
- 2) наибольшая быстрота течения;
- 3) средняя быстрота потока;
- 4) наименьший расход течения.

11. Что становится с напором во время движения жидкой субстанции между сечениями?

- 1) ослабление;
- 2) увеличение;
- 3) изменения отсутствуют;
- 4) увеличение, если имеются локальные сопротивления.

12. Назовите источник энергетических потерь движущейся жидкой субстанции.

- 1) объём;
- 2) расход жидкой субстанции;
- 3) вязкость;
- 4) перенаправление жидкой субстанции.

13. Влияет ли режим движения жидкой субстанции на гидравлическое сопротивление?

- 1) нет;
- 2) да;
- 3) исключительно в ряде условий;
- 4) если есть локальные гидравлические сопротивления.

14. Каким может быть гидравлическое сопротивление?

- 1) местным, линейным;
- 2) линейным, квадратичным;
- 3) местным, нелинейным;
- 4) нелинейным, линейным.

## **14. Образовательные технологии**

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

В учебном процессе при изучении дисциплины используются следующие формы проведения занятий:

- лекции с изложением определений основных понятий, изучаемых в рамках дисциплины, подробным описанием и доказательством наиболее важных свойств этих понятий и их взаимосвязей друг с другом;
- практические и лабораторные занятия с подробным изучением основных свойств понятий, изучаемых в рамках дисциплины, выяснением их взаимосвязей друг с другом в примерах и практических задачах;
- индивидуальные и коллективные консультации с активным участием обучающихся по наиболее сложным частям теоретического материала дисциплины;
- самостоятельная работа по выполнению заданий по основным разделам дисциплины.

## **15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Андрижиевский, А.А. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Андрижиевский А.А.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2014.— 207 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35498>.

2. Иваненко, И.И. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Иваненко И.И.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет,

ЭБС АСВ, 2012.— 150 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18992.html>.

3. Зуйков, А.Л. Гидравлика. Том 1. Основы механики жидкости [Электронный ресурс]: учебник/ Зуйков А.Л.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 520 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30341.html>.

4. Моргунов, К. П. Механика жидкости и газа: учебное пособие / К. П. Моргунов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-3278-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/109512>

5. Доманский, И. В. Механика жидкости и газа: учебное пособие / И. В. Доманский, В. А. Некрасов. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 140 с. — ISBN 978-5-8114-3158-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110915>

6. <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=980>

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7. Косой В.Д., Рыжов С.А. Гидравлика. – М.: ДеЛи принт, 2008. – 495с.  
Количество экземпляров: 5

8. Бутко Г.Ю. Механика жидкости и газа : учебное пособие / Бутко Г.Ю., Никифоров А.О.. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2018. — 100 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102444.html>

9. Удовин В.Г. Гидравлика : учебное пособие / Удовин В.Г., Оденбах И.А.. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 132 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/33625.html>

10. Ловкис З.В. Гидравлика : учебное пособие / Ловкис З.В.. — Минск : Белорусская наука, 2012. — 448 с. — ISBN 978-985-08-1485-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/29444.html>

11. Цупров А.Н. Практикум по гидравлике и гидроприводу : учебное пособие / Цупров А.Н.. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 66 с. — ISBN 978-5-88247-620-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/22908.html>

12. Идеальчик И.Е.Справочник по гидравлическим сопротивлениям./ Под ред. М.О. Штейнберга. – М.: Машиностроение, 1992- 672с.

13. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: ООО «ИД Альянс» 2009. – 753с.

14. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. М.: ООО «ИД Альянс», 2006. – 576с.

15. Сапухин А.А. Основы гидравлики [Электронный ресурс]: учебное пособие с задачами и примерами их решения/ Сапухин А.А., Курочкина В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 112 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30350.html>.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

16. Шнайдер М.Г. Лабораторный практикум по механике жидкости и газа. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Механика жидкости и газа» - Энгельс: Изд-во: ЭТИ СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2021. – 24 с.

## ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. <http://hydrojournal.ru/> - электронный научный журнал «Гидравлика»;
2. <http://industri.ru/page.php?PageId=25> - специализированный информационно-технический журнал «Гидравлика-Пневматика-Приводы» (HPD);
3. <http://www.iprbooks.ru> – электронная библиотечная система;
4. <http://elibrary.ru> – научная электронная библиотека.

## ИСТОЧНИКИ ИОС

<http://techn.sstu.ru>

## 16. Материально-техническое обеспечение

**Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.**

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 12 столов, 24 стула; рабочее место преподавателя; доска для написания фломастером; проектор BENQ 631, рулонный проекционный экран, ноутбук с подключением к сети с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome.

**Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного и практического типа**

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 12 столов, 24 стула; рабочее место преподавателя; доска для написания фломастером; проектор BENQ 631, рулонный



проекционный экран, ноутбук с подключением в сеть с выходом в Интернет и доступом в информационно-образовательную среду ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome.

Укомплектована оборудованием:

Комплексный стенд для изучения процессов в многофазных системах «газ - твердое», «газ – жидкость - твердое» Центрифуга, установки нестандартного изготовления: установка для определения скорости осаждения под действием силы тяжести; лабораторная центрифуга для разделения неоднородных систем в поле центробежных сил; установка для определения констант фильтрации; установка для исследования гидродинамики кипящего слоя; установка для определения мощности на перемешивание в жидких средах.

Рабочую программу составил

A rectangular box containing a handwritten signature in dark ink. The signature is stylized and appears to be 'M.G. Schneider'. Below the signature, there is a faint horizontal line and some small, illegible text.

/ Шнайдер М.Г./

## 17. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

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

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Внесенные изменения утверждены на заседании

УМКС/УМКН

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

Председатель УМКН \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /