


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Утверждаю
Зав. кафедрой НГОТ  С.Г.Валухов
«23» сентября 2025 г.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

«Прикладная гидромеханика»

Специальность: 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии
код и наименование направления

Специализация: Машины и оборудование для транспортировки, пере-
работки и хранения углеводородов

Квалификация выпускника: горный инженер (специалист)
наименование направленности/профиля

Форма обучения: очная

Срок освоения образовательной программы 5 лет и 6 м.

Год начала подготовки: 2026

Разработчик



А.В. Кретинин

Воронеж – 2025

Процесс изучения дисциплины «**Прикладная гидромеханика**» направлен на формирование у обучающихся следующих компетенций:

ПК-4 - Способен осуществлять контроль и эксплуатацию технологического оборудования (резервуаров, насосных станций, трубопроводов, запорной арматуры и др.)

ПК-12 - Способен осуществлять руководство персоналом подразделения, обеспечивая надежную и эффективную эксплуатацию оборудования НППС

Перечень планируемых результатов обучения и показателей оценивания сформированности компетенций на этапе промежуточной аттестации

№ п/п	Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Тип ОМ	Показатели оценивания
1	ПК-4	знать принципы повышения эффективности и безопасности эксплуатации оборудования объектов приема, хранения и отгрузки нефти и нефтепродуктов	Вопросы (тест) к зачету	Полнота знаний
		уметь осуществлять контроль внедрения безопасных технологий эксплуатации оборудования на объектах приема, хранения и отгрузки нефти и нефтепродуктов	Тест	Наличие умений
		владеть способами анализа данных о техническом состоянии оборудования объектов приема, хранения и отгрузки нефти и нефтепродуктов и причин аварийных ситуаций	Тест	Наличие навыков
2	ПК-12	знать способы руководства персоналом подразделения, обеспечивая надежную и эффективную эксплуатацию оборудования НППС	Вопросы (тест) к зачету	Полнота знаний
		уметь организовать работы по эксплуатации НППС	Тест	Наличие умений
		владеть знаниями, достаточными для осуществления руководства персоналом подразделения по эксплуатации НППС	Тест	Наличие навыков

ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ И ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА ЭТАПЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Показатели оценивания компетенций	Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенции			
	Неудовлетворительный	Минимально допустимый (пороговый)	Средний	Высокий
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки
Наличие умений	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объёме без недочётов.
Наличие навыков (владение опытом)	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочётами.	Продemonстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочётами.	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
Характеристики сформированности компетенции	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение.	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству профессиональных задач.	Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных профессиональных задач.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных профессиональных задач.

ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

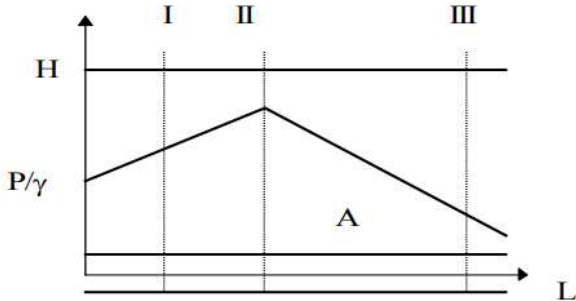
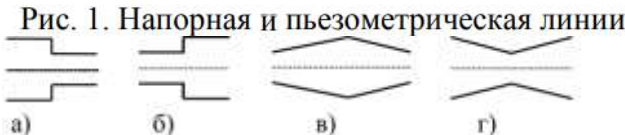
Вопросы (тестовые задания) для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций

ПК-4 - Способен осуществлять контроль и эксплуатацию технологического оборудования (резервуаров, насосных станций, трубопроводов, запорной арматуры и др.)	
1.	Дифференцирование по времени при лагранжевом и эйлеровом описании. Материальная производная.
2.	Переход от эйлерова описания к лагранжевому и обратно.
3.	Уравнение неразрывности при эйлеровом и лагранжевом описании.
4.	Тензор напряжений. Механический смысл тензора напряжений. Касательные и нормальные напряжения.
5.	Силы, действующие в жидкости. Внешние и внутренние силы.
6.	Уравнения баланса импульсов в интегральной и алгебраической формах.
7.	Уравнения баланса импульсов в дифференциальной форме.
8.	Уравнения баланса внутренней энергии в интегральной и алгебраической формах.
9.	Уравнения баланса внутренней энергии в дифференциальной форме.
10.	Интеграл Бернулли. Геометрическая интерпретация уравнения Бернулли.
11.	Диаграммы изменения расхода, напора и полной энтальпии по длине трубопровода.
12.	Потери напора в трубопроводах.
13.	Компьютерное моделирование течения нефти в нефтепроводе.
14.	Простые трубопроводы.
15.	Расчет незамкнутого разветвленного трубопровода. Прямая задача.
16.	Определение расходов жидкостей в узлах отбора для трубопровода с параллельными Участками.
17.	Решение прямой задачи для кольцевого трубопровода.
18.	Гидравлический удар в трубах. Постановка задачи, методы решения.
19.	Система уравнений течения газа в трубопроводе в одномерном приближении.
20.	Уравнения состояния газа.
ПК-12 - Способен осуществлять руководство персоналом подразделения, обеспечивая надежную и эффективную эксплуатацию оборудования НППС	
1.	Гидравлический расчет газопроводов при больших перепадах давления.
2.	Компьютерное моделирование течения газов в газопроводе.
3.	Области распространения двухфазных потоков. Основные определения и терминология.
4.	Режимы (структуры) течения двухфазных смесей в вертикальных и горизонтальных трубах.
5.	Гидродинамические эффекты различных режимов течения газожидкостной смеси.
6.	Методы измерения параметров газожидкостных потоков.
7.	Уравнения сохранения количества движения для двухфазного потока.
8.	Двухфазное течение при дросселировании.
9.	Корреляции трения для различных структур двухфазного потока.
10.	Стационарное течение нефтегазовой смеси в скважине. Система уравнений.
11.	Основные уравнения для течения однородного сжимаемого флюида в пористой среде.
12.	Схемы одномерных фильтрационных потоков.
13.	Обобщенный закон Дарси для анизотропных сред.
14.	Уравнение неустановившейся фильтрации однородного флюида по закону Дарси, функция Лейбензона.
15.	Физические представления и математическое описание вытеснения одного флюида другим.

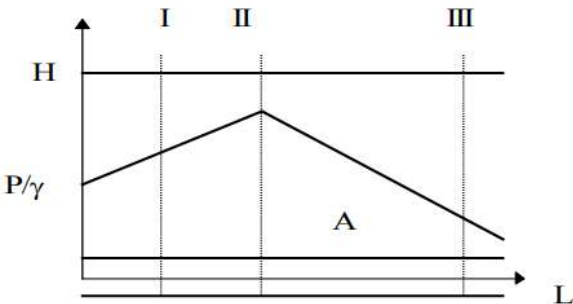
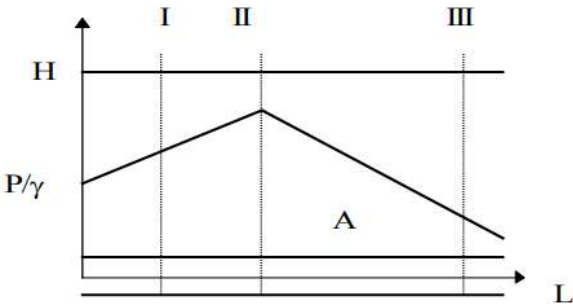
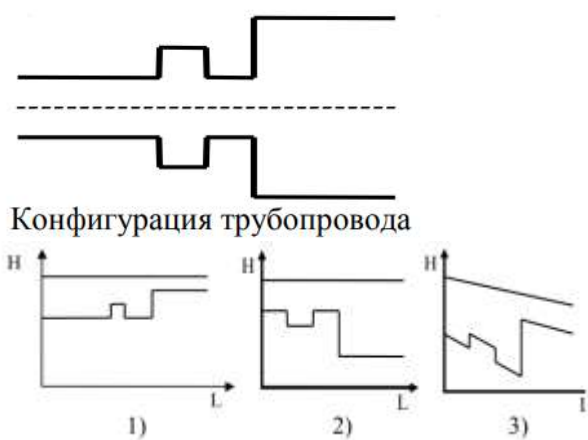
16.	Осреднение параметров при записи уравнений Рейнольдса.
17.	Турбулентные напряжения.
18.	Модели турбулентности.
19.	Модель Буссинеска.
20.	«Новая» теория Прандтля.
21.	Длина пути перемешивания.
22.	Назначение, структура и функциональные возможности инструментария ANSYS CFX
23.	Назначение, структура и функциональные возможности инструментария ANSYS Fluent
24.	Турбулентный пограничный слой на пластине.
25.	Турбулентные течения в круглых трубах.
26.	Динамическая скорость турбулентного потока.
27.	Вывод формул Никурадзе и Альтшуля
28.	Модель турбулентности Spalart-Almaras (1 уравнение).
29.	Модель k - ε (2 уравнения)
30.	Модель k - ω (2 уравнения).
31.	Модель Transition k - k_1 - ω (3 уравнения).
32.	Модель Transition SST (4 уравнения)
33.	Модель Reynolds Stress.
34.	Модель Scale-Adaptive Simulation.
35.	Модель Detached Eddy Simulation.

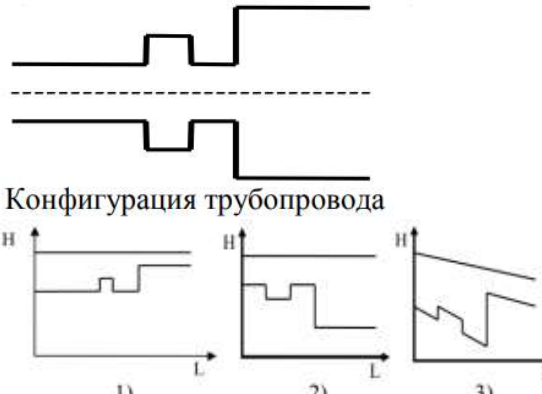
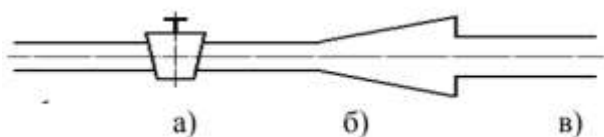
**Практические задания для оценки результатов обучения,
характеризующих сформированность компетенций**

ПК-4 - Способен осуществлять контроль и эксплуатацию технологического оборудования (резервуаров, насосных станций, трубопроводов, запорной арматуры и др.)	
1	<p>Укажите уравнение Д.Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости;</p> <p>1) $Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g};$</p> <p>2) $Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2g} + h_w;$</p> <p>3) $Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g} + \Delta h_w.$</p>
2	<p>Укажите уравнение Д.Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости</p> <p>1) $Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g};$</p> <p>2) $Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2g} + h_w;$</p> <p>3) $Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g} + \Delta h_w.$</p>
3	<p>Укажите уравнение Д.Бернулли для потока реальной жидкости</p> <p>1) $Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g};$</p> <p>2) $Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2g} + h_w;$</p> <p>3) $Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{U_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{p_2}{\gamma} + \frac{U_2^2}{2g} + \Delta h_w.$</p>
4	Укажите выражение для геометрического напора

	1) $\rho \cdot V^2 / 2$; 2) $V^2 / 2g$; 3) Z ; 4) p / γ ; 5) $p_0 + \gamma \cdot h$; 6) $\gamma \cdot h$.
5	Укажите выражение для пьезометрического напора 1) $\rho \cdot V^2 / 2$; 2) $V^2 / 2g$; 3) Z ; 4) p / γ ; 5) $p_0 + \gamma \cdot h$; 6) $\gamma \cdot h$.
6	Укажите выражение для скоростного напора 1) $\rho \cdot V^2 / 2$; 2) $V^2 / 2g$; 3) Z ; 4) p / γ ; 5) $p_0 + \gamma \cdot h$; 6) $\gamma \cdot h$.
7	Каков энергетический смысл уравнения Д.Бернулли для идеальной жидкости: а) закон сохранения количества движения; б) закон сохранения момента количества движения; в) закон сохранения механической энергии; г) уравнение баланса энергии.
8	Что учитывает коэффициент Кориолиса: а) неравномерность распределения скоростей по сечению потока; б) распределение расхода по сечению потока; в) распределение касательных напряжений по сечению потока.
9	Зависит ли коэффициент Кориолиса от режима течения жидкости: а) да; б) нет.
10	Какому сечению трубопровода соответствуют напорная и пьезометрическая линии, приведенные на рис. 1:  Рис. 1. Напорная и пьезометрическая линии 
11	Укажите размерность коэффициента гидравлического трения: а) м; б) м/с; в) безразмерный; г) с.
12	Зависят ли потери напора на трение от длины трубопровода: а) да; б) нет.
13	Укажите выражение для определения потерь напора на трение в случае установившегося движения жидкости: а) $\frac{V \cdot d}{\nu}$; б) $\xi \cdot \frac{V^2}{2g}$; в) $\lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}$.
14	Чем характерна область квадратичного сопротивления: а) $\lambda = f(\text{Re})$; б) $\lambda = f(\delta)$; в) $\lambda = f(\text{Re}, \delta)$.
15	Чем характерна область гидравлически гладких труб: а) $\lambda = f(\text{Re})$; б) $\lambda = f(\delta)$; в) $\lambda = f(\text{Re}, \delta)$.
16	Что оказывает влияние на коэффициент местного сопротивления поворота трубы: а) материал стенки; б) смачиваемость поверхности; в) форма поперечного сечения трубы; г) угол поворота; д) физические свойства жидкости.

17	<p>Что определяет профиль скоростей по сечению круглой трубы при ламинарном режиме течения:</p> <p>а) удельный вес жидкости; б) вязкость жидкости; в) шероховатость трубопровода.</p>
18	<p>Укажите критерий, выражающий отношение сил инерции к силам вязкости:</p> <p>а) M; б) St; в) Eu; г) Re; д) Fr.</p>
<p>ПК-12 - Способен осуществлять руководство персоналом подразделения, обеспечивая надежную и эффективную эксплуатацию оборудования НППС</p>	
1	<p>Истинная мгновенная скорость в жидкости представляется в виде суммы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - осредненной и локальной составляющих; - средневзвешенной и неустановившейся составляющих; - осредненной и пульсационной составляющих.
2	<p>В процессе усреднения уравнений Навье-Стокса по времени, достаточно большим по сравнению с периодом пульсации, получаем уравнения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Лапласа; - Рейнольдса; - Шредингера.
3	<p>Полные касательные напряжения в турбулентном потоке складываются из суммы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вязкостных и турбулентных; - ньютоновских и неньютоновских; - квазистационарных и неустановившихся.
4	<p>Теория моделирования турбулентности Л. Прандтля основана на понятии:</p> <ul style="list-style-type: none"> - турбулентного напряжения; - пути перемешивания; - Лагранжевой скорости.
5	<p>Формула Кармана предназначена для нахождения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - профиля скорости в пограничном слое; - длины пути перемешивания; - динамической скорости.
6	<p>Критическое число Рейнольдса определяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - зону заведомо устойчивого ламинарного режима течения; - относительный размер вязкого ламинарного подслоя в погранслое; - пространственный масштаб турбулентных пульсаций.
7	<p>Какая модель не относится к моделированию турбулентности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - k-ε модель; - k-ω модель; - VOF модель.
8	<p>Формула Буссинеска связывает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - турбулентную вязкость и гидравлический уклон; - касательное напряжение и поперечный градиент усредненной скорости; - усредненную и мгновенную скорости потока.
9	<p>Формула Шифринсона предназначена для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - расчета коэффициента гидравлического сопротивления в квадратичной зоне турбулентного режима; - расчета турбулентной вязкости; - расчета местных сопротивлений в турбулентном потоке.
10	<p>В общем случае коэффициент гидравлического сопротивления при турбулентном течении в трубопроводе является функцией:</p> <ul style="list-style-type: none"> - температуры и напора; - давления и плотности; - критерия Рейнольдса и относительной шероховатости.

11	Зависит ли высота подъема поплавка ротаметра от вязкости жидкости: а) да; б) нет.
12	Изменяется ли сила воздействия потока на поплавок ротаметра с изменением расхода жидкости: а) да; б) нет
13	Что произойдет с верхним пределом измерения расхода при утяжелении поплавка: а) уменьшится; б) не изменится; в) увеличится.
14	Укажите размерность гидростатического напора а) $H \cdot м/с$; б) $м$; в) $м^2/с$; г) $Н$; д) $Н \cdot м$.
15	В каком сечении трубопровода А (рис. 1) скорость движения жидкости больше:  Рис. 1. Напорная и пьезометрическая линии а) сечение I; б) сечение II; в) сечение III.
16	В каком сечении трубопровода А (рис. 1) давление больше:  Рис. 1. Напорная и пьезометрическая линии а) сечение I; б) сечение II; в) сечение III.
17	Укажите напорную и пьезометрическую линии в случае течения жидкости в канале сечения, приведенного на рисунке для идеальной жидкости  Конфигурация трубопровода 1) 2) 3)
18	Укажите напорную и пьезометрическую линии в случае течения жидкости в канале сечения, приведенного на рисунке для реальной жидкости

	 <p>Конфигурация трубопровода</p> <p>1) 2) 3)</p>
19	<p>Укажите зависимость коэффициента Дарси для круглых труб при ламинарном режиме течения жидкости:</p> <p>а) $\lambda = \frac{64}{Re}$; б) $\lambda = \frac{96}{Re}$; в) $\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$; г) $\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d}\right)^{0,25}$.</p>
20	<p>Зависит ли коэффициент гидравлического трения от длины трубопровода:</p> <p>а) да; б) нет.</p>
21	<p>Чем обусловлены местные потери энергии:</p> <p>а) изменением формы и размера трубы;</p> <p>б) изменением физических свойств жидкости;</p> <p>в) изменением скорости течения жидкости.</p>
22	<p>Укажите выражения для определения местных потерь напора:</p> <p>а) $64 / Re$; б) $\xi \cdot \frac{V^2}{2g}$; в) $\lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2g}$; г) $\frac{0,3164}{Re^{0,25}}$.</p>
23	<p>Зависят ли местные сопротивления от режима течения жидкости:</p> <p>а) да; б) нет.</p>
24	<p>Зависит ли коэффициент местного сопротивления диффузора от угла раскрытия α:</p> <p>а) да; б) нет.</p>
25	<p>Укажите на схеме местные сопротивления:</p>  <p>а) б) в)</p>
26	<p>Влияет ли шероховатость поверхности трубопровода на критическое число Рейнольдса:</p> <p>а) да; б) нет.</p>