

**ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«РЕГИОНАЛЬНЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ КОЛЛЕДЖ»**

РАССМОТРЕНО:

На заседании методического совета
Протокол № 1 от « 06 » апреля 2021г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ПОУ «Региональный
нефтегазовый колледж»
О.А. Бекеров
Приказ №2-А от « 07 » апреля 2021г.

Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
обучающихся по профессиональному модулю
ПМ.01 «Обслуживание и эксплуатация технологического оборудования»
по специальности
21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ
по программе подготовки специалистов среднего звена (ШССЗ)
на базе основного общего образования
форма обучения: очная, заочная

Фонд оценочных средств по профессиональному модулю ПМ.01 Обслуживание и эксплуатация технологического оборудования разработан на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее - ФГОС) по специальности 21.02.03 «Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ» среднего профессионального образования (далее - СПО), утвержденной приказом Министерства образования и науки РФ от 12 мая 2014 г. №484.

Квалификация - техник.

Организация-разработчик: ПОУ «Региональный нефтегазовый колледж»

Разработчик: ПОУ «Региональный нефтегазовый колледж»

СОГЛАСОВАНО

Работодатель

ООО «Каспетролсервис»

Главный инженер

_____Эфедиев М.Ш.

Адрес: РД, г. Махачкала, ул. Каммаева, д. 1

СОГЛАСОВАНО

Работодатель

ООО «Газпром трансгаз Махачкала»

Заместитель Генерального директора

_____Умалатова Л.Х.

Адрес: г.Махачкала, туп. Хаджи Булача 1-й,
13

Оглавление

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной образовательной программы.....	4
2. Описание перечня оценочных средств и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.....	5
3. Описание шкал оценочных средств и критерия оценивания компетенций на различных этапах их формирования	6
4. Оценочные материалы для оценивания знаний и умений, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной образовательной программы.....	7
5. Процедура оценивания знаний и умений, характеризующих этапы формирования компетенций.....	46

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной образовательной программы

Основной задачей оценочных средств является контроль и управление процессом приобретения студентами необходимых знаний и умений, определенных стандартом. Оценочные средства для контроля знаний и умений, формируемых профессиональным модулем ПМ.01 «Обслуживание и эксплуатация технологического оборудования», оцениваемые компоненты компетенций отражены в таблице.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
	Раздел 1 Основы нефтегазового производства.		
1	Тема 1.1 Эксплуатация нефтяных и газовых скважин	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
2	Тема 1.2 Переработка нефти, газа и газоконденсата	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
3	Тема 1.3 Нефтяное товароведение	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
4	Тема 1.4 Транспорт и хранение нефти, нефтепродуктов и газа	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
	Раздел 2 Машины и оборудования газонефтепроводов и газонефтехранилищ		
5	Тема 2.1 Машины и оборудование для перемещения и сжатия газов	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
6	Тема 2.2 Машины и оборудование для перемещения и сжатия жидкостей.	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
7	Тема 2.3 Машины для сооружения, эксплуатации и ремонта линейной части газонефтепроводов.	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
8	Тема 2.4 Машины и оборудование для очистки внутренней полости и испытания линейной части газонефтепроводов.	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
	Раздел 3 Газотурбинные установки.		
9	Тема 3.1 Принципиальные схемы и циклы ГТУ.	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
10	Тема 3.2 Основы термодинамического расчета ГТУ.	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
11	Тема 3.3 Осевые турбомшины.	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты Практические задания
12	Тема 3.4	ПК 1.1, ПК 1.2	Тесты

	Конструктивные особенности ГТУ, их эксплуатационные характеристики при работе на газопроводах.		Практические задания
	Раздел 4 Техническая диагностика на объектах транспорта, хранения газа, нефти и нефтепродуктов		
13	Тема 4.1 Основы технической диагностики.	ПК 1.1	Тесты Практические задания
14	Тема 4.2 Техническая диагностика трубопроводных систем (ТС).	ПК 1.1	Тесты Практические задания
15	Тема 4.3 Техническая диагностика объектов хранения и распределения газа, нефти и нефтепродуктов.	ПК 1.1	Тесты Практические задания
16	Тема 4.4 Техническая диагностика оборудования компрессорных станций.	ПК 1.1	Тесты Практические задания

2. Описание перечня оценочных средств и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3	4
1	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
2	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
3	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
4	Тестирование	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и	Фонд тестовых заданий

3. Описание шкал оценочных средств и критерия оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Критерии оценки зачета:

«зачтено» - при наличии у студента глубоких, исчерпывающих знаний, грамотном и логически стройном построении ответа по основным вопросам дисциплины; при наличии твердых и достаточно полных знаний, логически стройном построении ответа при незначительных ошибках по направлениям, перечисленным при оценке «отлично»; при наличии твердых знаний, изложении ответа с ошибками, уверенно исправленными после наводящих вопросов по изложенным выше вопросам.

«незачтено» - при наличии грубых ошибок в ответе, непонимании сущности излагаемого вопроса, неуверенности и неточности ответов после наводящих вопросов по вопросам изучаемой дисциплины.

Оценка выставляется в экзаменационно - зачетной ведомости.

Критерии оценки коллоквиумов (докладов):

Оценка - «зачет» выставляется студенту, если он показал знание теории, хорошее осмысление основных вопросов темы, умеет при этом раскрывать понятия на различных примерах.

Оценка - «незачет» выставляется, если студент не владеет (или владеет незначительной степени) основным программным материалом в объеме, необходимым для профессиональной деятельности

Критерии оценки контрольной работы:

- Оценка «отлично» выставляется студенту, если ответ полностью соответствует данной теме.

- Оценка «хорошо» ставится студенту, если ответ верный, но допущены некоторые неточности;

- Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, если ответ является неполным и имеет существенные логические несоответствия;

- оценка «неудовлетворительно» если тема не раскрыта.

Критерии оценки тестирования:

Оценка - «зачет» выставляется студенту, если большая часть ответов (больше 60%) верна.

Оценка - «незачет» выставляется студенту, если большая часть ответов (больше 60%) не верна

Критерии оценки реферата:

- Оценка «отлично» выставляется студенту, если ответ аргументирован, обоснован и дана самостоятельная оценка изученного материала;

- Оценка «хорошо» ставится студенту, если ответ аргументирован, последователен, но допущены некоторые неточности;

- Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, если ответ является неполным и имеет существенные логические несоответствия;

- Оценка «неудовлетворительно» если в ответе отсутствует аргументация, тема не раскрыта.

Критерии и шкала оценивания уровней освоения компетенций

Шкала оценивания	Уровень освоенности компетенции	Результат освоенности компетенции
отлично	высокий	обучающийся, овладел элементами компетенции «знать», «уметь», проявил всесторонние и глубокие знания программного материала по дисциплине, освоил основную и дополнительную литературу, обнаружил творческие способности в понимании, изложении и практическом исполнении усвоенных знаний.
хорошо	достаточный	обучающийся овладел элементами компетенции «знать» и «уметь», проявил полное знание программного материала по дисциплине, освоил основную рекомендованную литературу, обнаружил стабильный характер знаний и умений и проявил способности к их самостоятельному применению и обновлению в ходе последующего обучения и практической деятельности.
удовлетворительно	низкий	обучающийся овладел элементами компетенции «знать», проявил знания основного программного материала по дисциплине в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, изучил основную рекомендованную литературу, допустил неточности в ответе на экзамене, но в основном обладает необходимыми знаниями для их устранения при корректировке со стороны экзаменатора.
неудовлетворительно	Компетенции не сформированы	Обучающийся не овладел ни одним из элементов компетенций, обнаружил существенные пробелы в знании основного программного материала по дисциплине, допустил принципиальные ошибки при применении теоретических знания, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине.

4. Оценочные материалы для оценивания знаний и умений, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной образовательной программы

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ

1. Что такое жидкость?

а) физическое вещество, способное заполнять пустоты;

*б) физическое вещество, способное изменять форму под действием сил; в) физическое вещество, способное изменять свой объем;

г) физическое вещество, способное течь.

2. Реальной жидкостью называется жидкость а) не существующая в природе;
*б) находящаяся при реальных условиях;
в) в которой присутствует внутреннее трение; г) способная быстро испаряться.
3. Какие силы называются массовыми?
*а) сила тяжести и сила инерции;
б) сила молекулярная и сила тяжести; в) сила инерции и сила гравитационная; г) сила давления и сила поверхностная.
4. Жидкость находится под давлением. Что это означает? а) жидкость находится в состоянии покоя;
б) жидкость течет;
*в) на жидкость действует сила; г) жидкость изменяет форму.
5. Если давление отсчитывают от абсолютного нуля, то его называют: а) давление вакуума;
б) атмосферным; в) избыточным;
*г) абсолютным.
6. Какое давление обычно показывает манометр? а) абсолютное;
*б) избыточное; в) атмосферное;
г) давление вакуума.
7. Давление определяется
*а) отношением силы, действующей на жидкость к площади воздействия;
б) произведением силы, действующей на жидкость на площадь воздействия;
в) отношением площади воздействия к значению силы, действующей на жидкость; г)
отношением разности действующих усилий к площади воздействия.
8. Текучестью жидкости называется
а) величина прямо пропорциональная динамическому коэффициенту вязкости;
*б) величина обратная динамическому коэффициенту вязкости;
в) величина обратно пропорциональная кинематическому коэффициенту вязкости; г)
величина пропорциональная градусам Энглера.
9. Кинематический коэффициент вязкости обозначается греческой буквой
*а) ν ;
б) μ ;
в) η ;
г) τ .
10. Гидростатическое давление - это давление присутствующее а) в движущейся жидкости;
*б) в покоящейся жидкости;
в) в жидкости, находящейся под избыточным давлением; г) в жидкости, помещенной в

резервуар.

11. Первое свойство гидростатического давления гласит

- а) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует от рассматриваемого объема;
- *б) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует внутрь рассматриваемого объема;
- в) в каждой точке жидкости гидростатическое давление действует параллельно площадке касательной к выделенному объему и направлено произвольно;
- г) гидростатическое давление неизменно во всех направлениях и всегда перпендикулярно в точке его приложения к выделенному объему.

12. Основное уравнение гидростатики позволяет

- а) определять давление, действующее на свободную поверхность; б) определять давление на дне резервуара;
- *в) определять давление в любой точке рассматриваемого объема;
- г) определять давление, действующее на погруженное в жидкость тело.

13. Закон Паскаля гласит

- *а) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям одинаково;
- б) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, передается всем точкам этой жидкости по всем направлениям согласно основному уравнению гидростатики;
- в) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости, увеличивается по мере удаления от свободной поверхности;
- г) давление, приложенное к внешней поверхности жидкости равно сумме давлений, приложенных с других сторон рассматриваемого объема жидкости.

14. Течение жидкости без свободной поверхности в трубопроводах с повышенным или пониженным давлением называется

- а) безнапорное;
- *б) напорное;
- в) неустановившееся;
- г) несвободное (закрытое).

15. Установившееся движение характеризуется уравнениями

- а) $v = f(x, y, z, t)$; $P = \varphi(x, y, z)$
- б) $v = f(x, y, z, t)$; $P = \varphi(x, y, z, t)$
- в) $v = f(x, y, z)$; $P = \varphi(x, y, z, t)$
- *г) $v = f(x, y, z)$; $P = \varphi(x, y, z)$

16. При неустановившемся движении, кривая, в каждой точке которой вектора скорости в данный момент времени направлены по касательной называется

- а) траектория тока; б) трубка тока;
- в) струйка тока;
- *г) линия тока.

17. Уравнение неразрывности течений имеет вид а) $\omega_1 v_2 = \omega_2 v_1 = \text{const}$;
*б) $\omega_1 v_1 = \omega_2 v_2 = \text{const}$; в) $\omega_1 \omega_2 = v_1 v_2 = \text{const}$;
г) $\omega_1 / v_1 = \omega_2 / v_2 = \text{const}$.

18. Уравнение Бернулли для двух различных сечений потока дает взаимосвязь меж- ду

а) давлением, расходом и скоростью;

б) скоростью, давлением и коэффициентом Кориолиса;

*в) давлением, скоростью и геометрической высотой; г) геометрической высотой, скоростью, расходом.

19. Показание уровня жидкости в трубке Пито отражает

а) разность между уровнем полной и пьезометрической энергией; б) изменение пьезометрической энергии;

в) скоростную энергию;

*г) уровень полной энергии.

20. Линейные потери вызваны

*а) силой трения между слоями жидкости; б) местными сопротивлениями;

в) длиной трубопровода; г) вязкостью жидкости.

21. На участке трубопровода между двумя его сечениями, для которых записано уравнение Бернулли можно установить следующие гидроэлементы

а) фильтр, отвод, гидромотор, диффузор; б) кран, конфузор, дроссель, насос;

*в) фильтр, кран, диффузор, колено;

г) гидроцилиндр, дроссель, клапан, сопло.

22. Ламинарный режим движения жидкости это

а) режим, при котором частицы жидкости перемещаются бессистемно только у стенок трубопровода;

б) режим, при котором частицы жидкости в трубопроводе перемещаются бессистемно;

*в) режим, при котором жидкость сохраняет определенный строй своих частиц;

г) режим, при котором частицы жидкости двигаются послойно только у стенок трубопровода.

23. Турбулентный режим движения жидкости это

а) режим, при котором частицы жидкости сохраняют определенный строй (двигаются послойно);

*б) режим, при котором частицы жидкости перемещаются в трубопроводе бессистемно;

в) режим, при котором частицы жидкости двигаются как послойно так и бессистемно;

г) режим, при котором частицы жидкости двигаются послойно только в центре трубопровода.

24. От каких параметров зависит значение числа Рейнольдса?

*а) от диаметра трубопровода, кинематической вязкости жидкости и скорости движения жидкости;

б) от расхода жидкости, от температуры жидкости, от длины трубопровода;

в) от динамической вязкости, от плотности и от скорости движения жидкости;
 г) от скорости движения жидкости, от шероховатости стенок трубопровода, от вязкости жидкости.

25. Критическое значение числа Рейнольдса равно

- *а) 2300;
- б) 3200;
- в) 4000;
- г) 4600.

26. Кавитация это

- а) воздействие давления жидкости на стенки трубопровода;
- б) движение жидкости в открытых руслах, связанное с интенсивным перемешиванием;
- в) местное изменение гидравлического сопротивления;
- *г) изменение агрегатного состояния жидкости при движении в закрытых руслах, связанное с местным падением давления

27. Укажите в порядке возрастания абсолютной шероховатости материалы труб. а)

- медь, сталь, чугун, стекло;
- *б) стекло, медь, сталь, чугун; в) стекло, сталь, медь, чугун; г) сталь, стекло, чугун, медь.

28. это такое сопло?

- а) диффузор с плавно сопряженными цилиндрическими и коническими частями; б) постепенное сужение трубы, у которого входной диаметр в два раза больше выходного;
- *в) конфузор с плавно сопряженными цилиндрическими и коническими частями;
- г) конфузор с плавно сопряженными цилиндрическими и параболическими частями.

29. Для чего служит номограмма Колбрука-Уайта? а) для определения режима движения жидкости;

- б) для определения коэффициента потерь в местных сопротивлениях; в) для определения потери напора при известном числе Рейнольдса;
- *г) для определения коэффициента гидравлического трения.

30. Для чего служит формула Вейсбаха-Дарси? а) для определения числа Рейнольдса;

- б) для определения коэффициента гидравлического трения;
- *в) для определения потерь напора;
- г) для определения коэффициента потерь местного сопротивления.

31. Кавитация не служит причиной увеличения а) вибрации;

- б) нагрева труб;
- *в) КПД гидромашин;
- г) сопротивления трубопровода.

32. В формуле для определения скорости истечения жидкости через отверстие буквой Н обозначают

- а) дальность истечения струи; б) глубину отверстия;

- в) высоту резервуара;
- *г) напор жидкости.

33. В каком случае скорость истечения из-под затвора будет больше?

- *а) при истечении через незатопленное отверстие; б) при истечении через затопленное отверстие;
- в) скорость будет одинаковой;
- г) там, где истекающая струя сжата меньше.

34. Напор H при истечении жидкости при несовершенном сжатии струи определяется

- а) разностью пьезометрического и скоростного напоров;
- *б) суммой пьезометрического и скоростного напоров;
- в) суммой геометрического и пьезометрического напоров; г) произведением геометрического и скоростного напоров.

35. Диаметр отверстия в резервуаре равен 10 мм, а диаметр истекающей через это отверстие струи равен 8 мм. Чему равен коэффициент сжатия струи?

- а) 1,08;
- б) 1,25;
- в) 0,08;
- *г) 0,8.

Что такое длинный трубопровод?

- а) трубопровод, длина которого превышает значение $100d$;
- б) трубопровод, в котором линейные потери напора не превышают 5...10% местных потерь напора;
- *в) трубопровод, в котором местные потери напора меньше 5...10% потерь напора по длине;
- г) трубопровод постоянного сечения с местными сопротивлениями.

36. На какие виды делятся длинные трубопроводы? а) на параллельные и последовательные;

- *б) на простые и сложные;
- в) на прямолинейные и криволинейные; г) на разветвленные и составные.

37. Резкое повышение давления, возникающее в напорном трубопроводе при внезапном торможении рабочей жидкости называется

- *а) гидравлическим ударом; б) гидравлическим напором; в) гидравлическим скачком; г) гидравлический прыжок.

38. Гидравлическими машинами называют

- а) машины, вырабатывающие энергию и сообщающие ее жидкости;
- *б) машины, которые сообщают проходящей через них жидкости механическую энергию, либо получают от жидкости часть энергии и передают ее рабочим органам;
- в) машины, способные работать только при их полном погружении в жидкость с сообщением им механической энергии привода;

г) машины, соединяющиеся между собой системой трубопроводов, по которым движется рабочая жидкость, отдающая энергию.

39. Гидропередача - это

а) система трубопроводов, по которым движется жидкость от одного гидроэлемента к другому;

*б) система, основное назначение которой является передача механической энергии от двигателя к исполнительному органу посредством рабочей жидкости;

в) механическая передача, работающая посредством действия на нее энергии движущейся жидкости;

г) передача, в которой жидкость под действием перепада давлений на входе и выходе гидроаппарата, сообщает его выходному звену движение.

40. Гидравлический КПД насоса отражает потери мощности, связанные

а) с внутренними перетечками жидкости внутри насоса через зазоры подвижных элементов;

б) с возникновением силы трения между подвижными элементами насоса;

*в) с деформацией потока рабочей жидкости в насосе и с трением жидкости о стенки гидроаппарата;

г) с непостоянным расходом жидкости в нагнетательном трубопроводе.

Задачи

ЗАДАЧА № 1. Физические свойства жидкости.

Вязкость нефти, определенная по вискозиметру Энглера, составляет $8,5 \text{ }^0\text{E}$.
Определить динамическую вязкость нефти, если ее плотность $\rho = 850 \text{ кг/м}^3$.

Дано:

$8,5 \text{ }^0\text{E}$

Найти:

μ -?

Решение:

Находим кинематическую вязкость по формуле Убеллоде:

$$\nu = \left(0,0731 \cdot \text{ }^0\text{E} - \frac{0,0631}{\text{ }^0\text{E}} \right) 10^{-4};$$

$$\nu = (0,0731 \cdot 8,5 - 0,0631/8,5) \cdot 10^{-4} = 6,14 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с};$$

находим динамическую вязкость нефти

$$\mu = \nu \cdot \rho; \mu = 6,14 \cdot 10^{-5} \cdot 850 = 0,052 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

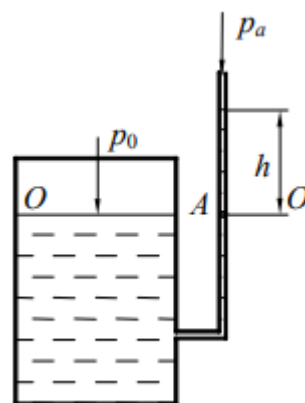
с. **ОТВЕТ:** $\mu = 0,052 \text{ Па} \cdot \text{с}$.

ЗАДАЧА № 2. Гидростатика

Найти давление на свободной поверхности воды p_0 в замкнутом резервуаре, если уровень жидкости в открытом пьезометре выше уровня жидкости в резервуаре на $h = 2,0 \text{ м}$.

Решение. Из основного уравнения гидростатики, формула (2.2), следует, что давление в точках, находящихся на одном уровне, одинаково. Значит, абсолютное гидростатическое давление в точке A равно давлению на свободной поверхности воды в данном резервуаре. Тогда можно записать:

$$p_0 = p_a + \rho gh = 9,81 \cdot 10^4 + 1000 \cdot 9,81 \cdot 2,0 = 117720 \text{ Па} = 117,72 \text{ кПа} \approx 0,12 \text{ МПа}.$$



Абсолютное (или полное) гидростатическое давление p_A в данной точке по **основному уравнению гидростатики** равно

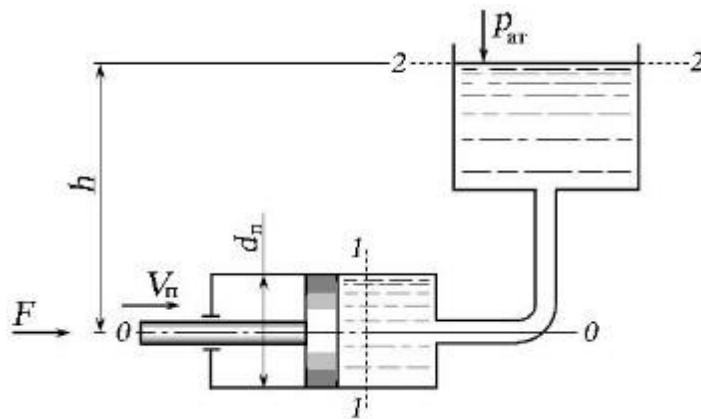
$$p_A = p_0 + \rho g h_A, \quad (2.2)$$

где p_0 – **поверхностное давление** (давление на свободной поверхности жидкости); $\rho g h_A$ – **весовое давление** (вес столба жидкости высотой h_A с площадью поперечного сечения, равной единице); ρ – плотность жидкости;

g – ускорение свободного падения; h_A – глубина погружения данной точки под свободную поверхность

ЗАДАЧА № 3. Гидродинамика

Поршень диаметром $d_{\text{п}} = 8$ см перемещается со скоростью $V_{\text{п}}$ под действием силы $F = 0,4$ кН. Жидкость плотностью $\rho = 870$ кг/м³ под действием поршня из правой части гидроцилиндра перемещается в бак, открытый в атмосферу. Определить скорость перемещения поршня $V_{\text{п}}$, если высота $h = 9,4$ м.



Решение:

Плоскость сравнения $0 - 0$ выбираем по оси гидроцилиндра. Сечение $1 - 1$ выбираем по живому сечению жидкости в гидроцилиндре, причём параметры уравнения, относящиеся к этому сечению, относятся к центру тяжести сечения. Сечение $2 - 2$ выбираем по свободной поверхности жидкости, где давление - только атмосферное (избыточное $p_{\text{изб}} = 0$), скорость жидкости $V_2 \approx 0$. Составим уравнение Бернулли, где давление будем учитывать в *избыточной системе отсчёта*.

Для сечения $1 - 1$:

- геометрическая высота $z_1 = 0$, так как центр тяжести сечения совпадает с плоскостью сравнения;
- избыточное давление создаётся силой $F = p_1 S_{\text{п}}$, откуда

$$p_1 = \frac{F}{S_n} = \frac{4F}{\pi d_n^2} = \frac{4 \times 400}{3,14 \times 0,08^2} = 80 \text{ кПа};$$

- жидкость в сечении движется с той же скоростью, что и поршень ($V_1 = V_n$),
поэтому скоростной напор запишем как $\frac{V_n^2}{2g}$.

Для сечения 2 - 2:

- геометрическая высота $z_2 = h$;
- избыточное давление $p_2 = 0$;
- скорость $V_2 = 0$.

Составим уравнение Бернулли:

$$0 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{V_n^2}{2g} = h + 0 + 0, \text{ откуда}$$

$$V_n = \sqrt{2gh - \frac{2p_1}{\rho}} = \sqrt{2 \times 9,8 \times 9,4 - \frac{2 \times 80000}{870}} = 0,576 \text{ м/с.}$$

ЗАДАЧА № 4. Гидравлические сопротивления

По напорному трубопроводу переменного сечения подаётся жидкость с объёмным расходом $Q_{10} = 0,6 \text{ л/с}$. Кинематический коэффициент вязкости жидкости $3,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Определите диаметр, при котором произойдёт смена режима движения.

Дано:

$$Q_{10} = 0,6 \text{ л/с} = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}; \quad \nu = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}.$$

Решение:

Смена режима движения происходит при $Re_{кр} = Re_{кр}^H$ для цилиндрических напорных труб:

$$Re_{кр} = \frac{\mathbf{v} \cdot d}{\nu} = 2000 \dots 2320,$$

где \mathbf{v} - средняя скорость в поперечном сечении потока м/с; d - диаметр трубопровода, м; ν - кинематический коэффициент вязкости - м²/с.

Среднюю скорость течения жидкости выразим из уравнения неразрывности течения

$$Q = v \cdot \omega:$$

$$v = \frac{Q}{\omega},$$

где ω – площадь живого (поперечного) сечения потока, м^2 .

Для круглого напорного трубопровода площадь живого сечения потока равна:

$$\omega = \frac{\pi \cdot d^2}{4}.$$

Тогда

$$v = \omega \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}.$$

Подставляем это выражение в формулу для определения числа Рейнольдса:

$$Re_{кр} = v \frac{d}{\nu} = \frac{4 \cdot Q \cdot d}{\pi \cdot d^2 \cdot \nu} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d \cdot \nu}.$$

Отсюда диаметр, при котором происходит смена режима течения, равен:

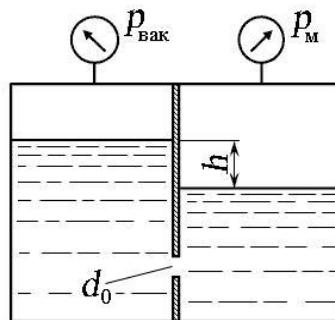
$$d = \frac{4 \cdot Q}{Re_{кр} \cdot \pi \cdot \nu}.$$

Принимаем, что критическое значение числа Рейнольдса равно $Re_{кр} = 2320$. Тогда

$$d = \frac{4 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3}}{2320 \cdot 3,14 \cdot 3,2 \cdot 10^{-6}} = 0,1 \text{ (м)}.$$

ЗАДАЧА № 5. Истечение жидкости из отверстий и насадков.

Определить направление истечения жидкости с плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ через отверстие диаметром $d_0 = 5 \text{ мм}$ и расход, если разность уровней $h = 2 \text{ м}$, показание вакуумметра соответствует 147 мм. рт. ст. , показание манометра $p_M = 0,25 \text{ МПа}$, коэффициент расхода $\mu_p = 0,62$.



Решение:

Разность избыточного давления между баками равна:

$$\Delta p = p_M - (\rho g h - p_{\text{вак}}) = 0,25 \cdot 10^6 - (1000 \cdot 9,8 \cdot 2 - 147 \cdot 133,3)$$

Поскольку давление в правой части бака больше, чем в левой, то направление течения жидкости будет направлено в левую часть емкости (ответ получили со знаком «+», $p_M > \rho g h - p_{\text{вак}}$).

Тогда расход жидкости через отверстие с диаметром d_0 будет равен:

$$Q = \mu_p S_0 \sqrt{\frac{2 \Delta p}{\rho}} = 0,62 \times \frac{3,14 \times 0,005^2}{4} \sqrt{\frac{2}{1000} \times 250000} = 0,27 \text{ л/с.}$$

ЗАДАЧА № 6. Движение жидкости в напорных трубопроводах

По трубопроводу диаметром $d = 10$ мм и длиной $L = 10$ м подаётся жидкость вязкостью $\nu = 0,0001 \text{ м}^2/\text{с}$ под действием перепада давления $\Delta p = 4$ МПа, плотность жидкости $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. Определить режим течения жидкости в трубопроводе.

Решение:

Определим расход жидкости в трубопроводе. Поскольку потери в трубопроводе будут равны разности пьезометрических высот, то с учётом формулы Пуазейля:

$$h_{\text{дл}} = \frac{128 \nu L}{\pi g d^4} Q = \frac{p_1 - p_2}{\rho g} = \frac{\Delta p}{\rho g}, \text{ откуда}$$

$$Q = \frac{\Delta p \pi d^4}{128 \nu L \rho} = \frac{4000000 \times 3,14 \times 0,01^4}{128 \times 0,0001 \times 10 \times 1000} = 0,98 \text{ л/с.}$$

Теперь определим критический расход $Q_{\text{кр}}$ при критическом значении числа Рейнольдса $Re = 2300$:

$$V = \frac{Q}{S_{\text{пр}}} = \frac{4Q}{\pi d^2}, \text{ откуда}$$

$$Q_{\text{кр}} = \frac{\pi d^3 Re_{\text{кр}} \nu}{4} = \frac{2300 \times 3,14 \times 0,01 \times 0,0001}{4} = 1,8 \text{ л/с.}$$

Поскольку $Q < Q_{\text{кр}}$, значит, режим течения жидкости - ламинарный.

ЗАДАЧА № 7. Безнапорное движение жидкости. Водосливы

Вывести уравнение равномерного движения жидкости в открытом канале.

Решение:

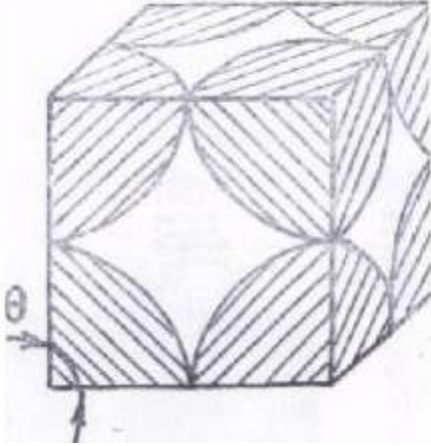
Равномерное движение возможно лишь в том случае, когда результирующая сила, действующая на любую частицу или фиксированный объем жидкости равна нулю. Движущей силой в открытом потоке является сила тяжести, а противодействующей ей при движении сила трения; в данном случае они равны. Если равнодействующая сила равна нулю, то равна нулю её проекция на любые направления; удобно в данном случае выбрать ось, совпадающую с направлением движения потока. К отсеку длиной L приложены силы: вес жидкости $G = S \cdot L \cdot \rho \cdot g$ и сила сопротивления $T = \tau_{cm} \cdot \chi \cdot L$, где S – площадь сечения потока, ρ – плотность жидкости, χ – смоченный периметр сечения, τ_{cm} – среднее касательное напряжение на поверхности отсека. Силы давления F_1 в сечении 1 и F_2 в сечении 2 равны между собой, направлены противоположно и их динамический эффект равен нулю. Тогда в проекции на ось канала получаем уравнение

$$G \sin \alpha - T = 0 \text{ или } \rho g R i = \tau_{cm},$$

где R – гидравлический радиус, i – уклон дна канала.

ЗАДАЧА № 8. Движение жидкости в пористой среде.

Определить пористость ячейки фиктивного грунта по Слихтеру в слу чае, когда угол грани ромбоэдра $\theta = 90$



Решение:

При заданной укладке частиц фиктивного грунта, объем скелета пористой среды в пределах выделенного элемента равен объему одной частицы

$$\tau_v = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{\pi d^3}{6}, \text{ а объём ячейки } \tau_{обр} = d^3.$$

Поэтому пористость фиктивного грунта по Слихтеру при $\theta = 90$ будет

$$m = \frac{\tau_{пор}}{\tau_{обр}} = 1 - \frac{\pi d^3}{6d^3} = 1 - \frac{\pi}{6} = 0.476 = 47.6\%.$$

ЗАДАЧА № 9. Элементы технической термодинамики

Определите, на сколько масса воздуха в комнате объёмом 60 м^3 зимой при температуре 290 К больше, чем летом при температуре $27 \text{ }^\circ\text{С}$. Давление зимой и летом равно 10^5 Па .

Решение:

Запишем уравнение Менделеева—Клапейрона:

$$pV = \frac{m}{M} RT.$$

Из этого уравнения выразим массу газа:

$m = \frac{pVM}{RT}$, где T принимает значения T_1 и T_2 — температуры воздуха зимой и летом. Молярная масса воздуха $M = 0,029 \text{ кг/моль}$. Температура воздуха летом $T_2 = 27 \text{ }^\circ\text{С} + 273 \text{ }^\circ\text{С} = 300 \text{ К}$.

Таким образом,

$$\Delta m = m_1 - m_2 = \frac{pVM}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) = 2,4 \text{ кг.}$$

ЗАДАЧА № 10. Законы термодинамики

Рассчитайте изменение внутренней энергии гелия (одноатомный идеальный газ) при изобарном расширении от 5 до 10 л под давлением 196 кПа.

Решение:

Процесс расширения газа протекает изобарно, следовательно, изменение внутренней энергии идеального газа определяется по первому закону термодинамики:

$$\Delta U = Q_p - p\Delta V = nC_p(T_2 - T_1) - p(V_2 - V_1).$$

Начальная и конечная температуры в соответствии с уравнением состояния идеального газа определяются соотношениями

$$T_1 = \frac{pV_1}{nR}; \quad T_2 = \frac{pV_2}{nR}.$$

Молярная теплоемкость идеального газа при постоянном объеме для одноатомных молекул

$$C_V = \frac{3}{2}R, \text{ а } C_p = C_V + R = \frac{3}{2}R + R = \frac{5}{2}R.$$

$$\begin{aligned} \text{Тогда } \Delta U &= n \cdot \frac{5}{2}R \cdot \left(\frac{pV_2}{nR} - \frac{pV_1}{nR} \right) - p(V_2 - V_1) = \\ &= \frac{5}{2}p(V_2 - V_1) - p(V_2 - V_1) = \frac{3}{2}p(V_2 - V_1), \text{ т.е.} \end{aligned}$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 196 \cdot 10^3 \cdot (10 - 5) \cdot 10^{-3} = 1470 \text{ Дж.}$$

Ответ: 1470 Дж.

Задание. Рассчитайте режимы работы технологического оборудования

1 Центробежным насосом НМ 5000-210 по магистральному нефтепроводу перекачивается 4985 м³/ч нефти плотностью 0,9 т/м³. Геометрическая высота всасывания насоса 2,2 м, геометрическая высота нагнетания 45 м, потери напора во всасывающем трубопроводе 1,1 м, потери напора в нагнетательном трубопроводе 160 м, напор в конце нагнетательного трубопровода 1 м. КПД электродвигателя 0,942.

Определить требуемый напор насоса и мощность двигателя к нему.

2 Центробежный насос подает воду в количестве 90 м³/ч из колодца в напорный бак с полной высотой подъема 36 м. Диаметр трубопровода 150 мм. Суммарный коэффициент сопротивления трубопровода $\Sigma \zeta_{\text{сист}} = 11$.

Определить полный коэффициент полезного действия насоса, если мощность на его валу составляет 14 кВт

3 Определить величину теоретического напора, развиваемого центробежным насосом, при следующих данных: абсолютная скорость входа воды в колесо 4,2 м/с,

диаметр внутренней окружности колеса 150 мм, угол входа 75° , скорость вращения 1450 мин^{-1} . Абсолютная скорость выхода воды из колеса 24,6 м/с, диаметр наружной окружности колеса 350 мм, угол выхода лопатки 12°

4 Центробежный насос со скоростью вращения 1450 мин^{-1} и подачей 42 л/с развивает напор 90 м. Определить коэффициент кавитации и максимально возможную высоту всасывания для этого насоса, если температура перекачиваемой воды 25°C и потери напора во всасывающей линии 0,6 м. Коэффициент C в формуле Руднева С.С. принять равным 800

5 Определить полный напор центробежного насоса при следующих данных: подача насоса 120 л/с, диаметр всасывающего патрубка насоса 200 мм, диаметр напорного патрубка 150 мм, показание манометра 40 кгс/см^2 , показание вакуумметра $0,5 \text{ кгс/см}^2$, расстояние между точками измерения давления и вакуума 500 мм. Перекачиваемая жидкость – нефть плотностью 850 кг/м^3

6 Установить тип центробежного насоса НМ 2500-230

7 Привести схему включения трех насосов НМ 3600-230, работающих последовательно.

Построить их суммарную характеристику (Q - H)

8 Привести схему включения трех насосов НМ 125-550, работающих параллельно. Построить их суммарную характеристику (Q - H)

9 Определить кавитационный запас центробежного насоса при следующих данных: давление на входе в насос 0,5 ат, скорость жидкости 1,45 м/с. Перекачивается нефть плотностью 860 кг/м^3

10 Определить вакуумметрическую высоту всасывания центробежного насоса при следующих данных: давление на входе в насос 0,1 ат, скорость жидкости 1,52 м/с, атмосферное давление 750 мм рт. ст. Перекачивается нефть плотностью 825 кг/м^3

11 Определить диаметры рабочего колеса центробежного насоса НМ 10000-210 на входе и выходе (наружный)

12 Определить ширину лопатки рабочего колеса центробежного насоса НМ 7000-210 на входе и выходе

13 Выбрать уплотнительный элемент (набивку) и рассчитать размеры сальникового уплотнения центробежного насоса, диаметр вала которого 80 мм

14 Выбрать шпильки сальникового уплотнения центробежного насоса при следующих данных: давление уплотняемой среды 7 ат, толщина набивки 19 мм, диаметр вала 90 мм. Определить силу, необходимую для затяжки сальниковой набивки

15 Рассчитать торцовое уплотнение центробежного насоса. Конструктивные

размеры ра- бочих колец (втулок): $d1 = 134$ мм, $d2 = 126$ мм, $d0 = 130$ мм. Давление уплотняемой среды 25 кгс/см²

16 Выбрать насос для подачи масла для смазки двух насосных агрегатов, в состав которых входят насосы НМ 10000-210. Для смазки подшипников используется масло с плотностью 905 кг/м³. Температура масла на входе в подшипник 35°C , на выходе – 48°C

17 Определить теоретический напор, создаваемый рабочим колесом центробежного нагнетателя. Абсолютная скорость газа на выходе из нагнетателя 200 м/с, на входе – 90 м/с. Угол входа газа 80° , выхода – 15° . Наружный диаметр колеса 780 мм, диаметр внутренней окружности колеса – 300 мм. Частота вращения ротора нагнетателя 6000 мин⁻¹

18 Определить мощность привода и диаметр вала ротора центробежного нагнетателя Н- 196-1,45, подача которого равна 300 м³/мин, объемный к п д – $0,92$, гидравлический к п д – $0,95$, механический к п д – $0,9$

19 Определить диаметр входного отверстия рабочего колеса центробежного нагнетателя и его наружный диаметр, если его подача равна 272 м³/мин, частота вращения ротора нагнетателя 6150 мин⁻¹.

20 Определить величину затраченной работы для сжатия 1 кг газа до 51 ат при политроп- ном сжатии с показателем политропы $1,28$. Давление всасывания 1 ат, температура всасывания га- за 15°C , газовая постоянная 400 Дж/(кг · град). Число ступеней сжатия – 3

21 Ступенчатым поршневым компрессором требуется подавать сжатый воздух при давлении 150 ат. Начальное давление – атмосферное. Распределить давление между ступенями сжатия

22 Определить мощность на валу одноступенчатого поршневого компрессора, если его производительность 60 м³/мин; абсолютное давление всасывания $0,08$ МПа, нагнетания $0,16$ МПа. Механический коэффициент полезного действия компрессора $0,8$. Сжатие происходит по полит- ропе с показателем $1,3$. Определить подачу компрессора, если начальная температура газа 20°C

23 Определить производительность и подачу газомотокомпрессора 10ГКН-1-17/35 при политропном сжатии (показатель политропы $1,2$). Относительная величина вредного пространства $13,8$ %. Температура газа на всасывании 30°C

24 Определить потребляемую газомотокомпрессором 10 ГКНА-1-25/55 мощность при политропном сжатии (показатель политропы $1,25$). Температура газа на всасывании 10°C

25 Определить коэффициент подачи одноступенчатого поршневого компрессора двойного действия, техническая характеристика которого следующая: диаметр цилиндра 300 мм, диаметр штока поршня 60 мм, ход поршня 160 мм, число

оборотов вала 600 мин^{-1} , производительность компрессора $8 \text{ м}^3/\text{мин}$.

26 На компрессорной установке нужно получить газ под абсолютным давлением $1,6 \text{ ат}$, при производительности $45 \text{ м}^3/\text{мин}$. Абсолютное начальное давление $0,8 \text{ ат}$. Сжатие происходит по политропе с показателем $1,35$. Температура газа на всасывании $18 \text{ }^\circ\text{C}$. Определить потребляемую поршневым компрессором мощность, если механический коэффициент полезного действия равен $0,9$

27 Пересчитать характеристику насоса НМ 1250-260 с воды на нефть. Вязкость перекачиваемой нефти $53,2 \text{ сСт}$

28 Подобрать электродвигатель для привода насоса НМ 1250-260, который подает в магистральный нефтепровод $1160 \text{ м}^3/\text{ч}$ нефти плотностью 860 кг/м^3 и создает напор 250 м

29 Подобрать электродвигатель для привода вентилятора Ц 13-50 №6 при следующих данных: производительность вентилятора $16200 \text{ м}^3/\text{ч}$, напор (давление) 140 кгс/м^2 , к п д 61% , число оборотов вала 1000 мин^{-1}

30 Рассчитать освещение насосного зала длиной 36 м , шириной 6 м со средней окраской стен и средней окраской потолка

31 По нефтепроводу из стальных труб диаметром 200 мм и длиной $1,6 \text{ км}$ перекачивается $35 \text{ дм}^3/\text{с}$ нефти, кинематическая вязкость которой равна $2,6 \text{ сСт}$. Определить потерю напора по длине нефтепровода

32 Установить режим движения нефти и зону трения во всасывающем нефтепроводе из новых стальных труб, диаметр которого 250 мм . Перекачка нефти вязкостью $5,2 \text{ сСт}$ осуществляется насосами НМ 500-300

33 Определить силу избыточного давления нефти на крышку люка-лаза резервуара, если уровень нефти над центром крышки 8 м , диаметр крышки 40 см , плотность нефти 836 кг/м^3 .

34 Объем газа в нормальных условиях равен 200 м^3 . Определить объем газа при температуре 32°C и избыточном давлении 18 кгс/см^2

35 Вычислить необходимый диаметр трубопровода для подачи 15 т/ч нефти плотностью 900 кг/м^3 , абсолютной вязкостью $3,2 \text{ сП}$ со средней скоростью $1,2 \text{ м/с}$. Определить режим движения нефти и зону трения

36 По трубопроводу, внутренний диаметр которого 158 мм за сутки перекачано 1200 т нефти плотностью 860 кг/м^3 . Определить среднюю скорость, режим движения нефти и зону трения

5. Процедура оценивания знаний и умений, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования

компетенций по профессиональному модулю осуществляется в ходе текущего и промежуточного контроля. Текущий контроль организуется в формах: собеседования, тестирования.

Промежуточный контроль осуществляется в форме дифференцированного зачета. Каждая форма промежуточного контроля должна включать в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень освоения студентами знаний и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков.

Процедура оценивания компетенций обучающихся основана на следующих принципах:

периодичности проведения оценки, многоступенчатости оценки по устранению недостатков, единства используемой технологии для всех обучающихся, выполнения условий сопоставимости результатов оценивания, соблюдения последовательности проведения оценки.

Краткая характеристика процедуры реализации текущего и промежуточного контроля для оценки компетенций обучающихся включает:

доклад, сообщение - продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы. Подготовка осуществляется во внеурочное время. На подготовку дается одна неделя. Результаты озвучиваются на втором занятии, регламент- 7 минут на выступление. В оценивании результата наравне с преподавателем принимают участие студенты группы.

устный опрос - устный опрос по основным терминам может проводиться в начале/конце лекционного или семинарского занятия в течение 15-20 мин. Либо устный опрос проводится в течение всего семинарского занятия по заранее выданной тематике.

тест - проводится на заключительном занятии. Позволяет оценить уровень знаний студентами теоретического материала по дисциплине. Осуществляется на бумажных носителях по вариантам. Количество вопросов в каждом варианте- 20. Отведенное время на подготовку – 60 мин.

зачет - проводится в заданный срок согласно графику учебного процесса. Зачет проходит в устной форме в виде собеседования по вопросам итогового контроля. При выставлении результата по зачету учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Компонент «знать» оценивается теоретическими вопросами по содержанию дисциплины, компоненты «уметь» и «владеть» - практикоориентированными заданиями. Аудиторное время, отведенное студенту на подготовку – 15-20 мин.