

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

РАССМОТРЕНО:

На заседании методического совета
Протокол № 1 от «06» 04 2021г.

УТВЕРЖДЕНО:

Директор ПОУ «Региональный
нефтегазовый колледж»
О.А. Бекеров
Приказ № 2-А от «07» 04 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: ЧПОУ «Региональный нефтегазовый колледж»

Разработчик: ЧПОУ «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- го расчета ГТУ. | ПК 1.1, ПК 1.2 | Тесты Практические задания |

| | | | |
|----|--|-----------------------|-------------------------------|
| 11 | Тема 3.3 Осевые турбомашинны. | ПК 1.1, ПК 1.2 | Тесты Практические задания |
| 12 | Тема 3.4 Конструктивные особенности ГТУ, их эксплуатационные характеристики при работе на газопроводах. | ПК 1.1, ПК 1.2 | Тесты 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 ⁵ по определённому разделу, теме, проблеме и т.п. | Вопросы по темам/разделам дисциплины |

| | | | |
|---|--------------|--|-----------------------|
| 4 | Тестирование | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. | 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 степенью) 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 освоения компетенции | Результат освоения 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

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 между

- 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 бесси-

темно;

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. то 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 H 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- ся

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

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

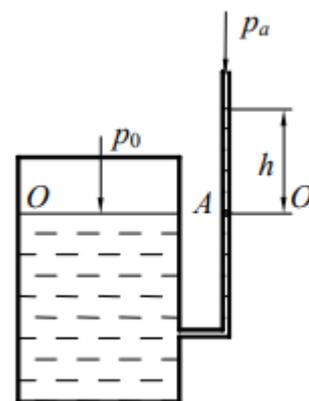
с. ОТВЕТ: $\mu = 0,052 \text{ Па} \cdot \text{с}$.

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

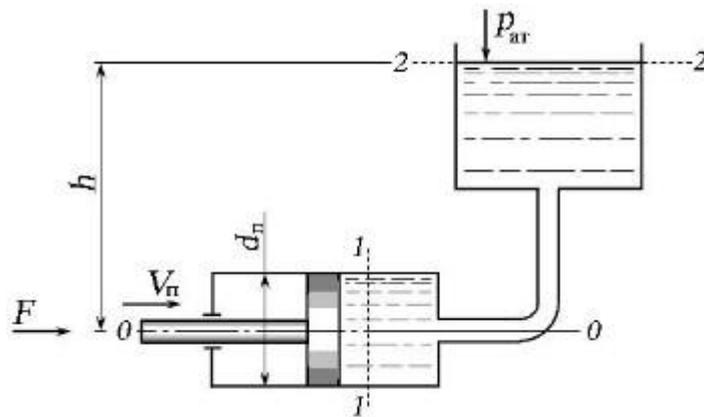
$$p_A = p_0 + \rho g h_A, \quad (2.2)$$

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 - $\text{м}^2/\text{с}$.

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

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

Подставляем это выражение в формулу для определения числа Рейнольдса:

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

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

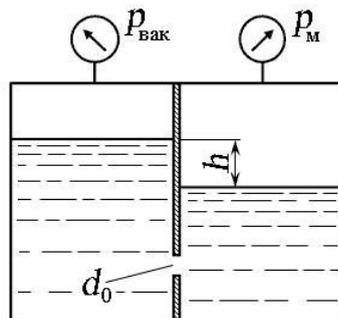
$$d = \frac{4 \cdot Q}{Re_{кр} \cdot \pi \cdot \nu}.$$

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:

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

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

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

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

$$Q_{\text{кр}} = \frac{\pi d^3 \nu Re_{\text{кр}}}{4} = \frac{2300 \times 3,14 \times 0,01 \times 0,0001}{4}$$

$$= 1,8 \text{ л/с.}$$

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:

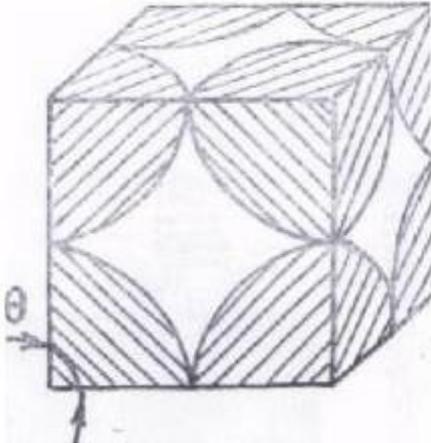
Равномерное движение возможно лишь в том случае, когда результирующая сила, действующая на любую частицу или фиксированный объем жидкости равна нулю. Движущей силой в открытом потоке является сила тяжести, а противодействующей ей при движении сила трения; в данном случае они равны. Если равнодействующая 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.