

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
доцент **В.Ю. Бажин**

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

НАСОСНО-КОМПРЕССОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Направленность (профиль):	Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазопереработке
Квалификация выпускника:	бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент Л.Н. Никитина

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Насосно-компрессорное оборудование» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», утвержденного приказом Минобрнауки России № 730 от 09.08.2021 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» направленность (профиль) «Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазопереработке».

Составитель _____ к.т.н., доцент каф. АТПП Никитина Л.Н.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматизации технологических процессов и производств от 8 февраля 2022 г., протокол № 11.

Заведующий кафедрой АТПП _____ д.т.н. Бажин В.Ю.

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Насосно-компрессорное оборудование» – формирование профессиональных представлений в области физических процессов нефтегазопереработки, подготовка выпускников к решению профессиональных задач, связанных с расчетом и выбором тепло-, массообменной и иной аппаратуры.

Основными задачами дисциплины «Насосно-компрессорное оборудование» являются: знакомство с основными характеристиками и особенностями работы процессов и аппаратов нефтепереработки; получение знаний в области теоретических основ процессов химической технологии; изучение вопросов правильного выбора типа аппарата и его расчета.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Насосно-компрессорное оборудование» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» направленность (профиль) «Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазопереработке» и изучается в 6 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Насосно-компрессорное оборудование» являются «Гидроаэромеханика и тепломассообмен», «Гидравлика», «Физика», «Теоретическая механика».

Дисциплина «Насосно-компрессорное оборудование» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Моделирование процессов и систем нефтегазопереработки», «Физико-химическое моделирование нефтехимических процессов».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Насосно-компрессорное оборудование» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен проводить предпроектное обследование технологического процесса как объекта управления	ПКС-2	ПКС-2.2. Знает принципы работы технологического и вспомогательного оборудования нефтегазопереработки ПКС-2.4. Умеет рассчитывать технико-экономические показатели основных и вспомогательных технологических процессов нефтегазопереработки ПКС-2.7. Владеет навыками расчета технико-экономических показателей основных и вспомогательных технологических процессов нефтегазопереработки

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		6
Аудиторная работа, в том числе:	68	68
Лекции (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	17
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	40	40
Подготовка к лекциям	8	8
Подготовка к лабораторным работам	16	16
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	16	16
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э(36)	Э(36)
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак. час.	144	144
зач. ед.	4	4

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1 «Введение. Общие сведения о гидравлических машинах»	11	4		6	1
Раздел 2 «Объемные насосы»	26	8	4	4	10
Раздел 3 «Лопастные насосы»	47	14	9	5	19
Раздел 4 «Сжатие и перемещение газов (компрессоры)»	24	8	4	2	10
Итого:	108	34	17	17	40

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Введение. Общие сведения о гидравлических машинах	Перемещение жидкости в системах водоснабжения. Группы гидравлических машин. Виды гидropередач. Классификация насосов. Устройство поршневого насоса. Лопастные насосы. Центробежные насосы. Беспроводные насосы. Полный напор насоса. Работа насоса на сеть. Мощность и к.п.д. насосной установки.	4
2	Объемные насосы	Классификация поршневых насосов, их производительность и подача. Напорная характеристика поршневых насосов и их работа на сеть. Всасывание и нагнетание поршневых насосов. Индикаторная диаграмма насоса. Основные показатели поршневых насосов и их применение. Роторные насосы.	8
3	Лопастные насосы	Классификация центробежных насосов. Полный напор центробежного насоса. Производительность центробежного насоса. Подобие центробежных насосов. Коэффициент быстроходности. Высота всасывания центробежного насоса. Кавитация. Работа центробежного насоса на сеть. Характеристики центробежного насоса. Область применения центробежных насосов. Осевые насосы. Струйные насосы.	14
4	Сжатие и перемещение газов (компрессоры)	Классификация компрессоров Поршневые компрессоры Теоретический и рабочий процесс в поршневом компрессоре. Производительность действительного поршневого компрессора. Роторные компрессоры. Принцип действия, классификация и устройство турбокомпрессоров	8
Итого:			34

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 2	Расчет характеристик поршневого насоса. Построение напорной характеристики насоса, сети. Нахождение рабочей точки.	4
2	Раздел 3	Расчет характеристик центробежного насоса. Построение напорной характеристики насоса, сети. Выбор рабочей температуры, выбор привода, выбор высоты установки насоса.	9
3	Раздел 4	Расчет производительности и расходуемой мощности компрессора. Определение предельных значений давления нагнетания, числа ступеней компрессора. Выбор компрессора.	4
Итого:			17

4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Определение гидравлических сопротивлений	2
2	Раздел 1	Определение коэффициента гидравлического трения	2
3	Раздел 1	Экспериментальное изучение уравнения Бернулли	2
4	Раздел 2	Исследование работы 2-х насосов с параллельным и последовательным соединением	2
5	Раздел 2	Определение коэффициентов местных сопротивлений при движении жидкости по трубам	2
6	Раздел 3	Определение напорно-расходной характеристики насоса	3
7	Раздел 3	Определение потерь напора по длине	2
8	Раздел 4	Изучение устройства и принципа работы поршневого воздушного компрессора	2
Итого:			17

4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Введение. Общие сведения о гидравлических машинах

1. Определение и классификация гидравлических машин.
2. Назовите и расшифруйте основные параметры работы насоса.
3. В каких координатах строится напорная характеристика?
4. Поясните понятие напора.
5. Из каких составляющих складывается значение напора?

Раздел 2. Объемные насосы

1. В чем основная особенность объемных насосов?
2. По каким признакам классифицируют объемные насосы?
3. Назовите основные показатели работы поршневого насоса.
4. Что собой представляет индикаторная диаграмма?
5. Каков принцип действия роторного насоса?

Раздел 3. Лопастные насосы

1. Приведите классификацию лопастных насосов.
2. В чем состоит особенность лопастных насосов с точки зрения передачи энергии?
3. Поясните устройство и принцип действия центробежного насоса.
4. Что такое кавитация? Что такое гидроудар? Каковы их последствия?
5. Какова область применения лопастных насосов?

Раздел 4. Сжатие и перемещение газов (компрессоры)

1. Приведите классификацию компрессоров.
2. В чем основное отличие компрессора от насоса?
3. Поясните понятия теоретического и рабочего процесса в компрессоре.
4. Каковы основные характеристики работы компрессора?
5. Термодинамические основы работы компрессоров.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):

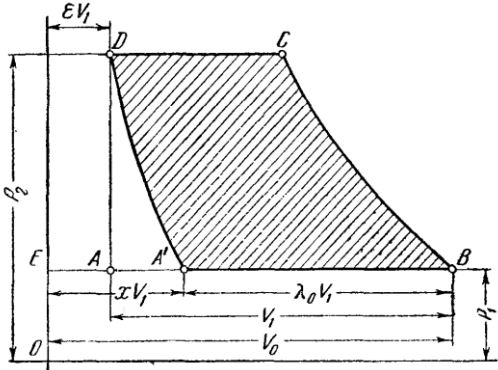
1. Понятие гидравлической машины. Принцип передачи энергии при перемещении жидкостей и газов.
2. Понятие идеальной и реальной жидкости, их свойства.
3. Классификация сил, действующих в жидкости.
4. Гидростатическое давление и его свойства, единицы измерения в системе СИ.
5. Понятие абсолютного, внешнего (атмосферного), избыточного давления и величины вакуума. Физические и технические атмосферы, соотношения между различными единицами давления.
6. Основное уравнение гидростатики, его геометрическая и энергетическая интерпретация.
7. Уравнение Паскаля. Давление на дно и стенку сосуда.
8. Классификация насосов. Привести примеры по всем группам.
9. Лопастные насосы.
10. Объемные насосы.
11. Беспроводные насосы.
12. Полный напор насоса. Теория и основные формулы.
13. Работа насоса на сеть. Рабочая точка.
14. Рабочая точка. Высота всасывания насоса.
15. Мощность и КПД насосной установки.
16. Классификация поршневых насосов. Производительность и подача.
17. Графики подачи поршневых насосов: простого, дифференциального и двойного действия.
18. Воздушные колпаки. Схема и причины их использования.

19. Индикаторная диаграмма поршневых насосов.
20. Классификация центробежных насосов.
21. Подобие центробежных насосов. Коэффициент быстроходности.
22. Влияние формы лопаток на выходную скорость жидкости.
23. Высота всасывания центробежного насоса.
24. Кавитация.
25. Работа центробежного насоса на сеть.
26. Устойчивая и неустойчивая работа центробежного насоса на сеть.
27. Параллельная и последовательная работа насосов на сеть.
28. Эрлифты.
29. Струйные насосы.
30. Классификация компрессоров.
31. Поршневые компрессоры.
32. Роторные компрессоры.
33. Газодувка типа Рутс.
34. Принцип действия, классификация и устройство турбокомпрессоров.
35. Устойчивая, неустойчивая работа центробежного насоса на сеть.
36. Кавитация, режим помпажа, гидроудар.
37. Сравнить производительности поршневых насосов простого, дифференциального и двойного действия.
38. Перемещение и сжатие газов. Классификация компрессорных машин.
39. Термодинамические основы работы компрессоров.
40. Индикаторная диаграмма поршневого компрессора.
41. Теоретическая удельная работа, затрачиваемая на сжатие газа в компрессорной машине. Подача и мощность поршневого компрессора.
42. Объемный КПД поршневого компрессора. Число ступеней сжатия.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант № 1

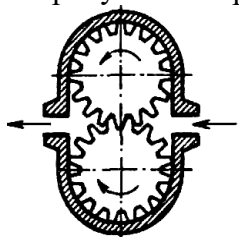
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Выберите верный вариант уравнения Навье-Стокса ($\Delta^2 w_z$ - оператор Лапласа):	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\rho \frac{Dw_z}{d\tau} = -\rho g - \frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left(\Delta^2 w_z + \frac{1}{3} \frac{\partial \theta}{\partial z} \right)$ 2. $\rho \frac{Dw_z}{d\tau} = -\rho g - \frac{\partial p}{\partial z} - \mu \left(\Delta^2 w_z + \frac{1}{3} \frac{\partial \theta}{\partial z} \right)$ 3. $\rho \frac{Dw_z}{d\tau} = -\rho g + \frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left(\Delta^2 w_z + \frac{1}{3} \frac{\partial \theta}{\partial z} \right)$ 4. $\rho \frac{Dw_z}{d\tau} = \rho g - \frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left(\Delta^2 w_z + \frac{1}{3} \frac{\partial \theta}{\partial z} \right)$
2.	Уравнение Дарси-Вейсбаха используется для:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расчета вязкости перекачиваемого продукта 2. Расчета потерь напора или давления 3. Расчета критической температуры 4. Определения скорости осаждения частиц
3.	Согласно рисунку объем вредного пространства равен	<ol style="list-style-type: none"> 1. V_0 2. V_1 3. εV_1 4. $\lambda_0 V_1$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		
4.	Из перечисленного энергия сжатия до одной и той же величины давления минимальна при	<ol style="list-style-type: none"> 1. Одноступенчатом сжатии 2. Двухступенчатом сжатии 3. Трехступенчатом сжатии 4. Четырехступенчатом сжатии
5.	Динамическая вязкость жидкостей и газов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. С ростом температуры уменьшается у жидкостей, а у газов увеличивается. 2. Не зависит от температуры. 3. С ростом температуры уменьшается у жидкостей и газов. 4. С ростом температуры увеличивается у жидкостей, а у газов уменьшается.
6.	Удельной потенциальной энергии давления отвечает?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Геодезический напор. 2. Статический напор. 3. Пьезометрический напор. 4. Динамический напор.
7.	Численное значение числа Рейнольдса зависит?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расхода и свойств жидкости. 2. Диаметра и расхода в сечении потока. 3. Расхода и вязкости жидкости, давления в потоке. 4. Размеров поперечного сечения и физических свойств жидкости.
8.	Потери напора в простом коротком трубопроводе рассчитываются через обобщенные параметры?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $h_{\text{пот.}} = A_{\text{тр}} l Q^2$ 2. $h_{\text{пот.}} = (A_{\text{тр.}} + A_{\text{м}}) Q^2$. 3. $h_{\text{пот.}} = (A_{\text{тр}} l + A_{\text{м}} \sum \varepsilon) Q^2$ 4. $h_{\text{пот.}} = k A_{\text{тр}} l Q^2$
9.	Полный потребный напор сети – это?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Удельная энергия, которую необходимо затратить на приращение полного напора жидкости в сети и преодоление в нем потерь напора. 2. Удельная энергия, которую необходимо затратить на приращение геодезического и пьезометрического напоров жидкости в сети. 3. Удельная энергия, которую необходимо затратить на приращение полного напора жидкости в сети. 4. Полная высота подъема жидкости в сети.
10.	Что такое объемный расход жидкости?	<ol style="list-style-type: none"> 1. количество жидкости, проходящее через живое сечение потока в единицу времени 2. объем жидкости,

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		3. масса жидкости, 4. вес жидкости, проходящий через живое сечение потока в единицу времени
11.	Элементарная струйка – это	1. трубка тока бесконечно малого сечения, окруженная линиями тока 2. часть потока, заключенная внутри трубки тока 3. объем потока, движущийся вдоль линии тока 4. неразрывный поток с произвольной траекторией
12.	Сущность гипотезы сплошности заключается в том, что жидкость рассматривается как	1. неподвижное твердое или жидкое тело при определенной температуре и давлении 2. сложная среда с растворенными газами, веществами, имеющая разрывы и пустоты 3. континуум, непрерывная сплошная среда 4. среда, имеющая разрывы и пустоты
13.	Чем отличаются уравнения Бернулли для потоков идеальной и реальной жидкостей?	1. наличием коэффициента Кориолиса в скоростном напоре; 2. не отличаются; 3. наличием потерь напора; 4. наличием потерь давления.
14.	Ударная волна при гидравлическом ударе – это	1. область, в которой происходит увеличение давления; 2. область, в которой частицы жидкости ударяются друг о друга; 3. волна в виде сжатого объема жидкости; 4. область, в которой жидкость ударяет о стенки трубопровода
15.	Гидромашина это	1. устройство для создания потока жидкости; 2. устройство для привода механизмов; 3. устройство, преобразующее механическую энергию в энергию потока жидкости; 4. устройство, преобразующее механическую энергию в энергию потока жидкости и наоборот (энергию потока жидкости в механическую энергию)
16.	В чем заключается принцип действия объемных насосов?	1. в подаче жидкости в напорную гидролинию; 2. в вытеснении жидкости из рабочих камер вытеснителями; 3. в периодическом заполнении рабочих камер жидкостью и вытеснении ее из рабочих камер вытеснителями 4. нет правильного ответа
17.	Как рассчитать теоретическую подачу роторного насоса, зная рабочий объем q и частоту вращения вала насоса?	1. $Q = q \cdot n$ 2. $Q = q / n$ 3. $Q = 2 \cdot q \cdot n$ 4. $Q = qnP_{об}$
18.	Действительная подача насоса больше или меньше теоретической?	1. Больше 2. Равна

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		3. Меньше 4. Меньше или равна
19.	Что учитывает гидравлический КПД гидромашины?	1. потери на гидравлическое трение; 2. потери в гидравлических сопротивлениях гидромашины; 3. потери, связанные с утечками и перетечками жидкости; 4. потери на механическое трение
20.	Какой параметр изменится при увеличении диаметра поршня гидроцилиндра (при постоянном расходе жидкости, поступающей в гидроцилиндр)?	1. давление в рабочей полости гидроцилиндра; 2. усилие, развиваемое гидроцилиндром; 3. скорость перемещения штока гидроцилиндра; 4. КПД гидроцилиндра.

Вариант № 2

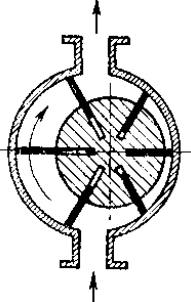
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Из перечисленного энергия сжатия до одной и той же величины давления минимальна при	1. Одноступенчатом сжатии 2. Двухступенчатом сжатии 3. Трехступенчатом сжатии 4. Четырехступенчатом сжатии
2.	Динамическая вязкость жидкостей и газов?	1. С ростом температуры уменьшается у жидкостей, а у газов увеличивается. 2. Не зависит от температуры. 3. С ростом температуры уменьшается у жидкостей и газов. 4. С ростом температуры увеличивается у жидкостей, а у газов уменьшается.
3.	Удельной потенциальной энергии давления отвечает?	1. Геодезический напор. 2. Статический напор. 3. Пьезометрический напор. 4. Динамический напор.
4.	На рисунке изображен 	1. Поршневой насос 2. Роторный насос 3. Шестеренный насос 4. Центробежный насос
5.	Численное значение числа Рейнольдса зависит?	1. Расхода и свойств жидкости. 2. Диаметра и расхода в сечении потока. 3. Расхода и вязкости жидкости, давления в потоке. 4. Размеров поперечного сечения и физических свойств жидкости.
6.	Как нагнетается жидкость в объемных насосах?	1. за счет периодического изменения объема занимаемой жидкостью рабочей камеры; 2. путем создания вакуума в нагнетательной полости;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		<ul style="list-style-type: none"> 3. путем непрерывного увеличения объема рабочей камеры; 4. за счет увеличения числа оборотов насоса
7.	Потери напора в простом коротком трубопроводе рассчитываются через обобщенные параметры?	<ul style="list-style-type: none"> 1. $h_{\text{пот.}} = A_{\text{тр}} l Q^2$ 2. $h_{\text{пот.}} = (A_{\text{тр.}} + A_{\text{м}}) Q^2$. 3. $h_{\text{пот.}} = (A_{\text{тр}} l + A_{\text{м}} \sum \varepsilon) Q^2$ 4. $h_{\text{пот.}} = k A_{\text{тр}} l Q^2$
8.	Объемные компрессоры, в которых вытеснители совершают вращательное или вращательно-поступательное движение, называются	<ul style="list-style-type: none"> 1. центробежными; 2. динамическими; 3. роторными; 4. поршневыми
9.	Полный потребный напор сети – это?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Удельная энергия, которую необходимо затратить на приращение полного напора жидкости в сети и преодоление в нем потерь напора. 2. Удельная энергия, которую необходимо затратить на приращение геодезического и пьезометрического напоров жидкости в сети. 3. Удельная энергия, которую необходимо затратить на приращение полного напора жидкости в сети. 4. Полная высота подъема жидкости в сети.
10.	Что такое объемный расход жидкости?	<ul style="list-style-type: none"> 1. количество жидкости, проходящее через живое сечение потока в единицу времени 2. объем жидкости, 3. масса жидкости, 4. вес жидкости, проходящий через живое сечение потока в единицу времени
11.	Элементарная струйка – это	<ul style="list-style-type: none"> 1. трубка тока бесконечно малого сечения, окруженная линиями тока 2. часть потока, заключенная внутри трубки тока 3. объем потока, движущийся вдоль линии тока 4. неразрывный поток с произвольной траекторией
12.	Сущность гипотезы сплошности заключается в том, что жидкость рассматривается как	<ul style="list-style-type: none"> 1. неподвижное твердое или жидкое тело при определенной температуре и давлении 2. сложная среда с растворенными газами, веществами, имеющая разрывы и пустоты 3. континуум, непрерывная сплошная среда 4. среда, имеющая разрывы и пустоты
13.	Чем отличаются уравнения Бернулли для потоков идеальной и реальной жидкостей?	<ul style="list-style-type: none"> 1. наличием коэффициента Кориолиса в скоростном напоре; 2. не отличаются; 3. наличием потерь напора; 4. наличием потерь давления.
14.	Ударная волна при гидравлическом ударе – это	<ul style="list-style-type: none"> 1. область, в которой происходит увеличение давления; 2. область, в которой частицы жидкости

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		ударяются друг о друга; 3. волна в виде сжатого объема жидкости; 4. область, в которой жидкость ударяет о стенки трубопровода
15.	Гидромашина это	1. устройство для создания потока жидкости; 2. устройство для привода механизмов; 3. устройство, преобразующее механическую энергию в энергию потока жидкости; 4. устройство, преобразующее механическую энергию в энергию потока жидкости и наоборот (энергию потока жидкости в механическую энергию)
16.	В чем заключается принцип действия объемных насосов?	1. в подаче жидкости в напорную гидролинию; 2. в вытеснении жидкости из рабочих камер вытеснителями; 3. в периодическом заполнении рабочих камер жидкостью и вытеснении ее из рабочих камер вытеснителями 4. нет правильного ответа
17.	Как рассчитать теоретическую подачу роторного насоса, зная рабочий объем q и частоту вращения вала насоса?	1. $Q = q \cdot n$ 2. $Q = q / n$ 3. $Q = 2 \cdot q \cdot n$ 4. $Q = qnP_{об}$
18.	Действительная подача насоса больше или меньше теоретической?	1. Больше 2. Равна 3. Меньше 4. Меньше или равна
19.	Что учитывает гидравлический КПД гидромашин?	1. потери на гидравлическое трение; 2. потери в гидравлических сопротивлениях гидромашин; 3. потери, связанные с утечками и перетечками жидкости; 4. потери на механическое трение
20.	Какой параметр изменится при увеличении диаметра поршня гидроцилиндра (при постоянном расходе жидкости, поступающей в гидроцилиндр)?	1. давление в рабочей полости гидроцилиндра; 2. усилие, развиваемое гидроцилиндром; 3. скорость перемещения штока гидроцилиндра; 4. КПД гидроцилиндра.

Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Гидромашина это	1. устройство для создания потока жидкости; 2. устройство для привода механизмов; 3. устройство, преобразующее механическую энергию в энергию потока жидкости; 4. устройство, преобразующее механическую энергию в энергию потока жидкости и наоборот (энергию потока жидкости в

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		механическую энергию)
2.	В чем заключается принцип действия объемных насосов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. в подаче жидкости в напорную гидролинию; 2. в вытеснении жидкости из рабочих камер вытеснителями; 3. в периодическом заполнении рабочих камер жидкостью и вытеснении ее из рабочих камер вытеснителями 4. нет правильного ответа
3.	Как рассчитать теоретическую подачу роторного насоса, зная рабочий объем q и частоту вращения вала насоса?	<ol style="list-style-type: none"> 1. $Q = q \cdot n$ 2. $Q = q / n$ 3. $Q = 2 \cdot q \cdot n$ 4. $Q = qnP_{об}$
4.	Действительная подача насоса больше или меньше теоретической?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Больше 2. Равна 3. Меньше 4. Меньше или равна
5.	Из перечисленного энергия сжатия до одной и той же величины давления минимальна при	<ol style="list-style-type: none"> 1. Одноступенчатом сжатии 2. Двухступенчатом сжатии 3. Трехступенчатом сжатии 4. Четырехступенчатом сжатии
6.	Динамическая вязкость жидкостей и газов?	<ol style="list-style-type: none"> 1. С ростом температуры уменьшается у жидкостей, а у газов увеличивается. 2. Не зависит от температуры. 3. С ростом температуры уменьшается у жидкостей и газов. 4. С ростом температуры увеличивается у жидкостей, а у газов уменьшается.
7.	Удельной потенциальной энергии давления отвечает?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Геодезический напор. 2. Статический напор. 3. Пьезометрический напор. 4. Динамический напор.
8.	На рисунке изображен 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поршневой насос 2. Роторный насос 3. Шестеренный насос 4. Центробежный насос
9.	Численное значение числа Рейнольдса зависит?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расхода и свойств жидкости. 2. Диаметра и расхода в сечении потока. 3. Расхода и вязкости жидкости, давления в потоке. 4. Размеров поперечного сечения и физических свойств жидкости.
10.	Как нагнетается жидкость в объемных насосах?	<ol style="list-style-type: none"> 1. за счет периодического изменения объема занимаемой жидкостью рабочей камеры; 2. путем создания вакуума в нагнетательной

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		<p>полости;</p> <p>3. путем непрерывного увеличения объема рабочей камеры;</p> <p>4. за счет увеличения числа оборотов насоса</p>
11.	Потери напора в простом коротком трубопроводе рассчитываются через обобщенные параметры?	<p>1. $h_{\text{пот.}} = A_{\text{тр}} l Q^2$</p> <p>2. $h_{\text{пот.}} = (A_{\text{тр.}} + A_{\text{м}}) Q^2$.</p> <p>3. $h_{\text{пот.}} = (A_{\text{тр}} l + A_{\text{м}} \sum \varepsilon) Q^2$</p> <p>4. $h_{\text{пот.}} = k A_{\text{тр}} l Q^2$</p>
12.	Объемные компрессоры, в которых вытеснители совершают вращательное или вращательно-поступательное движение, называются	<p>1. центробежными;</p> <p>2. динамическими;</p> <p>3. роторными;</p> <p>4. поршневыми</p>
13.	Полный потребный напор сети – это?	<p>1. Удельная энергия, которую необходимо затратить на приращение полного напора жидкости в сети и преодоление в нем потерь напора.</p> <p>2. Удельная энергия, которую необходимо затратить на приращение геодезического и пьезометрического напоров жидкости в сети.</p> <p>3. Удельная энергия, которую необходимо затратить на приращение полного напора жидкости в сети.</p> <p>4. Полная высота подъема жидкости в сети.</p>
14.	Что такое объемный расход жидкости?	<p>1. количество жидкости, проходящее через живое сечение потока в единицу времени</p> <p>2. объем жидкости,</p> <p>3. масса жидкости,</p> <p>4. вес жидкости, проходящий через живое сечение потока в единицу времени</p>
15.	Элементарная струйка – это	<p>1. трубка тока бесконечно малого сечения, окруженная линиями тока</p> <p>2. часть потока, заключенная внутри трубки</p> <p>3. объем потока, движущийся вдоль линии тока</p> <p>4. неразрывный поток с произвольной траекторией</p>
16.	Ударная волна при гидравлическом ударе – это	<p>1. область, в которой происходит увеличение давления;</p> <p>2. область, в которой частицы жидкости ударяются друг о друга;</p> <p>3. волна в виде сжатого объема жидкости;</p> <p>4. область, в которой жидкость ударяет о стенки трубопровода</p>
17.	Что учитывает гидравлический КПД гидромашины?	<p>1. потери на гидравлическое трение;</p> <p>2. потери в гидравлических сопротивлениях гидромашины;</p> <p>3. потери, связанные с утечками и перетечками жидкости;</p> <p>4. потери на механическое трение</p>
18.	Какой параметр изменится при	<p>1. давление в рабочей полости гидроцилиндра;</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	увеличении диаметра поршня гидроцилиндра (при постоянном расходе жидкости, поступающей в гидроцилиндр)?	2. усилие, развиваемое гидроцилиндром; 3. скорость перемещения штока гидроцилиндра; 4. КПД гидроцилиндра.
19.	Сущность гипотезы сплошности заключается в том, что жидкость рассматривается как	1. неподвижное твердое или жидкое тело при определенной температуре и давлении 2. сложная среда с растворенными газами, веществами, имеющая разрывы и пустоты 3. континуум, непрерывная сплошная среда 4. среда, имеющая разрывы и пустоты
20.	Чем отличаются уравнения Бернулли для потоков идеальной и реальной жидкостей?	1. наличием коэффициента Кориолиса в скоростном напоре; 2. не отличаются; 3. наличием потерь напора; 4. наличием потерь давления.

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Комков, В. А. Насосные и воздухоудувные станции : учебник / В.А. Комков, Н.С. Тимахова. – Москва : ИНФРА-М, 2021. – 254 с. - ISBN 978-5-16-010046-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1209805>
2. Оборудование перерабатывающих производств: учебник / А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова, В.М. Зимняков [и др.]. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – DOI 10.12737/11738. - ISBN 978-5-16-010779-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1062370>
3. Ухин, Б. В. Гидравлика : учебник / Б.В. Ухин, А.А. Гусев. – Москва : ИНФРА-М, 2019. – 432 с. – ISBN 978-5-16-005536-7. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1026900>.
4. Эксплуатация насосных и компрессорных станций: учеб. пособие / А.Л. Саруев, Л.А. Саруев ; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017. - 358 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1043906>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Алексеев, Е.В. Основы моделирования систем водоснабжения и водоотведения: учебное пособие / Е.В. Алексеев, В.Б. Викулина, П.Д. Викулин ; Нац. исследоват. Моск. гос. строит, ун-т. – 2-е изд. – Москва: Изд-во Моск. гос. строит, ун-та, 2017. – ISBN 978-5-7264-1641-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/961954>
2. Аникин Ю. В. Насосы и насосные станции: учебное пособие / Ю. В. Аникин, Н. С. Царев, Л. И. Ушакова; научный редактор В. И. Аксенов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2018. – 138 с. – ISBN 978-5-7996-2378-4. - URL: <http://hdl.handle.net/10995/60945>
3. Исаев, А.П. Гидравлика: учебник / А.П. Исаев, Н.Г. Кожевникова, А.В. Ещин. – Москва: ИНФРА-М, 2019. – 420 с. – ISBN 978-5-16-009983-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/937454>.
4. Расчет и конструирование элементов оборудования: учебное пособие / Е.А. Соловьев, Э.А. Петровский, О.А. Коленчуков, А.К. Данилов. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2019. - 186 с. - ISBN 978-5-7638-3933-3. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1818978>

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Малый, В. П. Гидравлика. Гидрокинематика. Руководство к решению задач: учебное пособие / В. П. Малый. - Железногорск: ФГБОУ ВО СПСА ГПС МЧС России, 2020. - 309 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1202005>.
2. Практикум по гидравлике: учебное пособие / Н.Г. Кожевникова, Н.П. Тогунова, А.В. Ещин [и др.]. — Москва : ИНФРА-М, 2019. – 428 с. – ISBN 978-5-16-009119-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1012462>.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/
3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
4. Научная электронная библиотека «Scopus»: <https://www.scopus.com>
5. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
7. Портал «Гуманитарное образование» <http://www.humanities.edu.ru/>
8. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

9. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов»
<http://school-collection.edu.ru/>
10. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
11. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»:
<https://e.lanbook.com/books>
12. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):
<http://elibrary.rsl.ru/>
13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
14. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»: www.biblio-online.ru.
15. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»»:
<http://rucont.ru/>
16. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Аудитории оснащены специализированным оборудованием, необходимым для выполнения практических работ по дисциплине «Базы и банки данных».

Аудитории для проведения лекционных занятий.

Оснащенность: стол – 15 шт., стул – 30 шт, доска белая маркерная Magnetoplan С 2000х1000мм.

Компьютерная техника: интерактивный сенсорный LCD-экран iiyama ProLite PL8603U.

Аудитории для проведения практических занятий.

Оснащенность: стол – 8 шт., стул – 16 шт, доска белая маркерная Magnetoplan С 2000х1000мм.

Компьютерная техника: Моноблок Dell OptiPlex 7470 All-in-One CTO 23.8" FHD DDR4 16 ГБ – 16 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

2. Оснащенность: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

3. Оснащенность: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на

колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2007 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46822807 от 22.12.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 45207312 от 03.03.2009)