

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

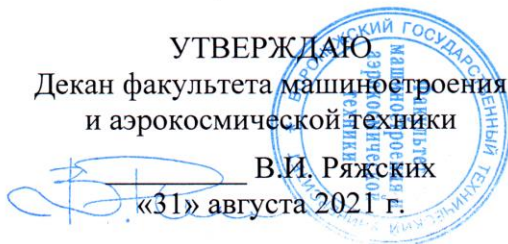
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения
и аэрокосмической техники

В.И. Рязских

«31» августа 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Насосное оборудование нефтяной отрасли»

Направление подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело

Профиль Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения
нефти, газа и продуктов переработки

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

Форма обучения очная / очно-заочная

Год начала подготовки 2021

Автор программы

 /А.В. Оганесян/

Заведующий кафедрой
нефтегазового оборудования
и транспортировки

 /С.Г. Валюхов/

Руководитель ОПОП

 /С.Г. Валюхов /

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование знаний по основным видам насосного оборудования, о методах решения технических и организационных задач, возникающих в процессе производственной деятельности; приобретение умений и навыков эксплуатации энергетического оборудования при осуществлении производственной деятельности на предприятиях нефтегазовой отрасли, необходимых для успешной деятельности в условиях рыночной экономики.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Овладение знаниями в области эксплуатации насосного оборудования нефтегазового производства;

Ознакомление с правилами, технологией и особенностями эксплуатации основного насосного оборудования на предприятиях нефтегазовой отрасли;

Привитие навыков инженерного мышления при решении конкретных технико-технологических задач в производственной деятельности предприятий и организаций нефтегазового комплекса;

Теоретическое и практическое освоение методов расчета при проектировании и эксплуатации насосного оборудования, оценки эффективности проектных решений в области его эксплуатации и обслуживания.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Насосное оборудование нефтяной отрасли» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Насосное оборудование нефтяной отрасли» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен выполнять работы по эксплуатации и обслуживанию оборудования и объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

ПК-2 - Способен осуществлять организационно-техническое сопровождение технического обслуживания, ремонта оборудования и объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

ПК-3 - Способен выполнять работы по обеспечению безопасности работ при эксплуатации и обслуживании оборудования и объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

ПК-6 - Способен разрабатывать научно обоснованные предложения по повышению надежности, эффективности и безопасности работы оборудования и объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

ПК-7 - Способен выполнять работы по составлению проектной, служебной документации в сфере эксплуатации и обслуживания объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	знать основные технологии нефтегазового производства, а также основные производственные процессы, представляющие единую цепочку нефтегазовых технологий
	уметь работать в коллективе, вырабатывать совместные решения, организовывать работу исполнителей
	владеть методами проведения физических измерений и корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента
ПК-2	знать стандарты и технические условия по насосному оборудованию насосных и компрессорных станций
	уметь определять основные эксплуатационные параметры насосного оборудования;
	владеть методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях
ПК-3	знать технические характеристики и экономические показатели отечественного и зарубежного насосного оборудования, применяемого в нефтегазовой отрасли
	уметь планировать проведение работ по техническому обслуживанию и ремонту на основе оценки текущего технического состояния насосного оборудования
	владеть навыками монтажа и эксплуатации основного технологического насосного оборудования насосных и компрессорных станций
ПК-6	знать виды и конструкции основного и вспомогательного насосного оборудования насосных и компрессорных станций
	уметь самостоятельно анализировать научную и публицистическую литературу по профессиональной деятельности, извлекать,

ПК-7	анализировать и оценивать техническую информацию, а также планировать и осуществлять деятельность с учетом результатов этого анализа
	владеть методами анализа содержательной интерпретации полученных результатов
	знать основы проектирования насосного оборудования и основные алгоритмы типовых численных методов решения инженерных задач, возникающих при проектировании и эксплуатации насосного оборудования
	уметь обосновано принимать проектные решения по составу технологического компрессорного оборудования насосных и компрессорных станций как элементов системы, для которой заданы требования по надёжности и условиям подачи и режимам эксплуатации
	владеть нормативами проектной деятельности и навыками составления рабочих проектов, обзоров, отчетов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Насосное оборудование нефтяной отрасли» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	24	24
Практические занятия (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	24	24
Самостоятельная работа	63	63
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	45	45
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

очно-заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры 9
Аудиторные занятия (всего)	60	60
В том числе:		
Лекции	20	20
Практические занятия (ПЗ)	20	20
Лабораторные работы (ЛР)	20	20
Самостоятельная работа	84	84
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	180 5	180 5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Характеристика нефтяной отрасли	Значение нефтяной отрасли в народном хозяйстве. Состав отрасли. Технико-экономические показатели развития отрасли. Факторы размещения. География отрасли. Особенности современного развития отрасли и перспективы развития	4	4	4	10	22
2	Общие сведения о НПС, основное энергетическое оборудование	Общие сведения о насосах. Назначение и классификация насосов. Принцип действия объемных и динамических насосов. Основные энергетические параметры насосного оборудования.	4	4	4	10	22
3	НО динамического типа	Классификация динамических насосов. Принцип действия и схема строения центробежного насоса. Характеристики центробежных насосов. Основные узлы центробежных насосов. Рабочие колеса и валы. Уплотнения, корпус. Подшипники, муфты, фундаментальные рамы. Смазывание и регулирование работы центробежных насосов. Понятие о напоре, подаче, КПД насоса, мощности, высоте всасывания, кавитационном запасе. Осевые насосы. Характеристика, область применения, схема	4	4	4	10	22

		осевого насоса. Классификация осевых насосов. Понятие о насосной установке, принципиальная технологическая схема. Роторные насосы, принцип действия, классификация.					
4	НО объемного типа	Объёмные насосы. Классификация объемных насосов. Поршневые и плунжерные насосы, принцип действия и классификация. Основные характеристики поршневого насоса. Понятие о напоре, подаче, КПД насоса, мощности.	4	4	4	10	22
5	Струйные насосы	Область применения, принцип действия и классификация, основные характеристики и конструктивное исполнение	4	4	4	12	24
6	Техническая эксплуатация НО, НПС	Основные положения правил технической эксплуатации насосных станций. Параметры надёжности эксплуатации и мероприятия по их повышению. Эксплуатационный персонал. Износ оборудования насосных станций. Организация профилактического и капитального ремонта оборудования. Натурные испытания НО. Охрана труда и мероприятия по технике безопасности.	4	4	4	11	23
Итого			24	24	24	63	135

очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Характеристика нефтяной отрасли	Значение нефтяной отрасли в народном хозяйстве. Состав отрасли. Техничко-экономические показатели развития отрасли. Факторы размещения. География отрасли. Особенности современного развития отрасли и перспективы развития	4	4	4	14	24
2	Общие сведения о НПС, основное энергетическое оборудование	Общие сведения о насосах. Назначение и классификация насосов. Принцип действия объемных и динамических насосов. Основные энергетические параметры насосного оборудования.	4	4	4	14	24
3	НО динамического типа	Классификация динамических насосов. Принцип действия и схема строения центробежного насоса. Характеристики центробежных насосов. Основные узлы центробежных насосов. Рабочие колеса и валы. Уплотнения, корпус. Подшипники, муфты, фундаментальные рамы. Смазывание и регулирование работы центробежных насосов. Понятие о напоре, подаче, КПД насоса, мощности, высоте	2	2	2	14	20

		всасывания, кавитационном запасе. Осевые насосы. Характеристика, область применения, схема осевого насоса. Классификация осевых насосов. Понятие о насосной установке, принципиальная технологическая схема. Роторные насосы, принцип действия, классификация.					
4	НО объемного типа	Объёмные насосы. Классификация объемных насосов. Поршневые и плунжерные насосы, принцип действия и классификация. Основные характеристики поршневого насоса. Понятие о напоре, подаче, КПД насоса, мощности.	2	2	2	14	20
5	Струйные насосы	Область применения, принцип действия и классификация, основные характеристики и конструктивное исполнение	4	4	4	14	24
6	Техническая эксплуатация НО, НПС	Основные положения правил технической эксплуатации насосных станций. Параметры надёжности эксплуатации и мероприятия по их повышению. Эксплуатационный персонал. Износ оборудования насосных станций. Организация профилактического и капитального ремонта оборудования. Натурные испытания НО. Охрана труда и мероприятия по технике безопасности.	4	4	4	14	24
Итого			20	20	20	84	144

5.2 Перечень лабораторных работ

Параметрические испытания центробежного насоса
 Кавитационные испытания центробежного насоса
 Испытания нерегулируемого объёмного насоса
 Определение характеристик гидропривода с объёмным регулированием
 Планирование проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту на основе оценки текущего технического состояния насосного оборудования

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 8 семестре для очной формы обучения, в 9 семестре для очно-заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Проектирование электронасосного агрегата»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

1. Выполнить гидравлический расчет и определить:
 - основные геометрические размеры проточной части;
 - радиальные и осевые силы, действующие на ротор.

2. Выполнить прочностной расчет и определить геометрические размеры:
 - шпонок;
 - диаметра и длины вала;
 - болтового соединения корпусных деталей;
 - подшипников опорной стойки при обеспечении долговечности 10000 часов непрерывной работы;
 - опорной стойки;
 - рамы.
 3. Выбрать по каталогам и справочной информации:
 - уплотнения корпусных деталей, проточной части, опорной стойки;
 - муфту, передающую крутящий момент от электродвигателя к насосу;
 - электродвигатель.
 4. Выполнить эскизный чертеж общего вида проточной части насоса по полученным расчетным геометрическим размерам.
- Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	знать (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта, выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта,	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

[illegible]

	рабочей программы)	теоретические вопросы при защите курсового проекта	ый в рабочих программах	ый в рабочих программах
	уметь (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта, выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта, выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 8 семестре для очной формы обучения, 9 семестре для очно-заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	знать (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	знать (переносится из раздела 3)	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70%

	рабочей программы)					правильных ответов
	уметь (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	знать (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-6	знать (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

				ответ во всех задачах		
	владеть (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение прикладны х задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонс тр ирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонст р ирован верный ход решения в большинств е задач	Задачи не решены
ПК-7	знать (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Тест	Выполнен ие теста на 90- 100%	Выполнени е теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильн ых ответов
	уметь (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение стандартны х задач практическ их задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонс тр ирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонст р ирован верный ход решения в большинств е задач	Задачи не решены
	владеть (переносится из раздела 3 рабочей программы)	Решение прикладны х задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонс тр ирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонст р ирован верный ход решения в большинств е задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Что относится к основным параметрам, характеризующим работу насоса, привод которого осуществляется от источника механической энергии вращательного движения?

- 1 напор насоса;
- 2 частота вращения вала;
- 3 потребляемый расход.

2. Как называется насос, в котором жидкая среда перемещается за счет сил вязкого трения?

- 1 насос трения;
- 2 динамический насос;
- 3 центробежный насос.

3. Какие насосы относятся к лопастным?

- 1 центробежные насосы;
 - 2 диагональные насосы;
 - 3 осевые насосы.
4. Какие насосы относятся к насосам трения?
- 1 вихревые насосы;
 - 2 лабиринтные насосы;
 - 3 дисковые насосы.
5. Какие эксплуатационные показатели объемного насоса определяют рабочий объем?
- 1 потребляемую мощность;
 - 2 подачу жидкости;
 - 3 полезную мощность;
 - 4 напор насоса.
6. Какие параметры относятся к основным свойствам, характерным для объемных насосов и отличающим их от динамических насосов?
- 1 неравномерность подачи
 - 2 герметичность
 - 3 неподвижность рабочей камеры
 - 4 самовсасывание
 - 5 жесткость характеристики.
7. Как классифицируют возвратно-поступательные насосы?
- 1 поршневые
 - 2 шестеренные
 - 3 плунжерные
 - 4 диафрагменные.
8. К чему приводит повышение механического КПД в поршневых насосах?
- 1 к снижению объемного КПД
 - 2 к увеличению гидравлического КПД
 - 3 к увеличению объемного КПД
 - 4 к снижению гидравлического КПД
 - 5 повышение механического КПД не влияет на значение объемного и гидравлического КПД.
9. Что позволяет наличие подвижных рабочих камер у роторных насосов?
- 1 исключить из их конструкции впускной и выпускной клапаны;
 - 2 исключить из их конструкции полость нагнетания
 - 3 значительно уменьшить гидравлические потери.
10. Какие показатели относятся к свойствам роторных насосов, отличных от свойств возвратно-поступательных насосов?
- 1 быстроходность
 - 2 обратимость
 - 3 равномерность подачи.
11. Что является рабочей камерой шестерённого насоса?
- 1 впадина между двумя зубьями
 - 2 область зацепления

3 полость всасывания.

12. Какие нижеперечисленные выражения верны?

- 1 теоретическая подача может быть определена при рабочем объеме и частоте его вращения
- 2 теоретическая подача существует при нулевом давлении на выходе насоса
- 3 теоретическая подача не зависит от давления насоса
- 4 теоретическая подача больше действительной подачи на величину объёмных потерь.

13. Что является задачей отводящего устройства центробежного насоса?

- 1 подвод жидкости к рабочему колесу;
- 2 сбор выходящей из рабочего колеса жидкости;
- 3 преобразование кинетической энергии в потенциальную.

14. Что входит в насосную установку?

- 1 насос;
- 2 приемный резервуар;
- 3 всасывающий трубопровод;
- 4 напорный трубопровод;
- 5 напорный резервуар.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Какие нижеперечисленные выражения верны?

- а) теоретическая подача может быть определена при рабочем объеме и частоте его вращения
- б) теоретическая подача существует при нулевом давлении на выходе насоса
- в) теоретическая подача не зависит от давления насоса
- г) теоретическая подача больше действительной подачи на величину объёмных потерь.

2. Какие этапы включает в себя проектирование гидравлической системы?

- а) разработка принципиальной схемы;
- б) расчет основных конструктивных параметров и подбор элементов;
- в) уточненный расчет на установившемся режиме работы;
- г) кинематический расчет на неустановившихся режимах работы;
- д) динамический расчет на неустановившихся режимах работы.

3. Что понимается под характеристикой трубопровода?

- а) зависимость потерь давления в нем от расхода;
- б) зависимость КПД от расхода;
- в) зависимость напора от подачи.

4. Какие параметры относятся к основным свойствам, характерным для объемных нагнетателей и отличающим их от динамических нагнетателей?

- а) неравномерность подачи

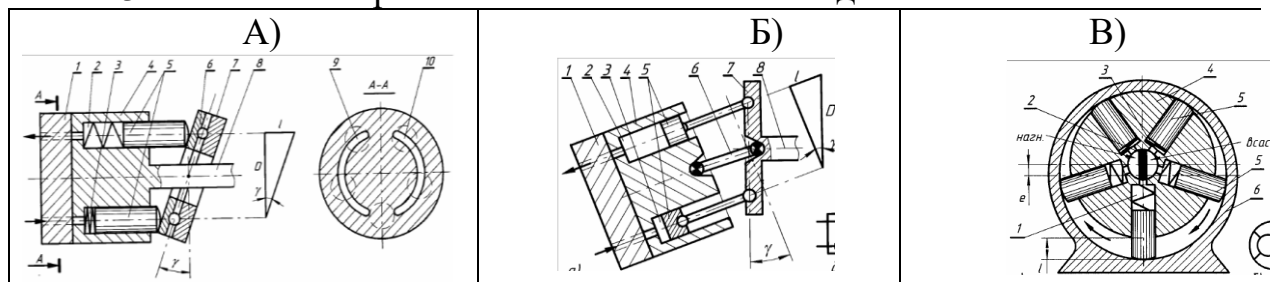
- б) герметичность
- в) неподвижность рабочей камеры
- г) самовсасывание
- д) жесткость характеристики.

5. Чему равен полный КПД роторного насоса?

- 1 $\eta = \eta_r \cdot \eta_o \cdot \eta_m$
- 2 $\eta = \eta_r \cdot \eta_o$
- 3 $\eta = \eta_o \cdot \eta_m$
- 4 $\eta = \eta_r \cdot \eta_m$

6. Как правильно соотнести разновидности роторно-поршневых насосов с их конструктивными схемами?

- 1 Аксиально-поршневой насос с наклонным блоком;
- 2 Радиально-поршневой насос;
- 3 Аксиально-поршневой насос с наклонным диском.



7. С помощью чего может быть увеличен рабочий объем пластинчатого насоса?

- 1 если увеличить величину эксцентриситета
- 2 если вал ротора будет подвижным
- 3 за счёт кратности его работы.

8. Как соотносятся потребный напор трубопровода и напор насоса при установившемся режиме работы?

- 1 потребный напор трубопровода меньше напора насоса в 2 раза;
- 2 потребный напор трубопровода больше напора насоса в 1,5

раза;

- 3 потребный напор трубопровода равен напору насоса.

9. Что происходит с диаметром начала лопаток рабочего колеса центробежного при увеличении ширины лопатки на входе?

- 1 диаметр начала лопаток уменьшается;
- 2 диаметр начала лопаток увеличивается;
- 3 диаметр начала лопаток не изменяется.

10. Соотнесите название насоса трения с описанием принципа его действия.

- 1 дисковый насос;
- 2 вихревой насос;
- 3 черпаковый насос

А. Жидкость, поступающая в корпус через кольцевое входное сечение, закручивается лопатками и направляется к его периферии. Здесь она попадает в заборное отверстие отводного устройства, выполненного в виде черпака, и по осевой трубе направляется в напорный патрубок.

Б. Жидкая среда по подводящему устройству поступает к рабочему колесу, в пространстве между дисками благодаря силам трения она получает приращение момента импульса.

В. Рабочий процесс этого насоса основан на передаче энергии лопастями рабочего колеса потоку жидкости в канале в результате переноса импульса от жидкости, движущейся в ячейках рабочего колеса, к жидкости, движущейся в рабочем канале насоса.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Соотнесите формулу и соответствующее ей название.

1 - потери по длине трубопровода	2 - массовый расход при установившемся течении	3 - число Рейнольдса;	4 - массовый расход под действием малого перепада давлений	5 - уравнение Эйлера

А. $\rightarrow Re = \frac{4Q_m}{v \cdot \rho_{\varphi} \cdot \pi \cdot d};$

Б. $\rightarrow Q_m = \rho \cdot V \cdot S;$

В. $\rightarrow \Delta p_{mp} = \lambda \frac{l \cdot V_{\varphi}^2}{d \cdot 2} \cdot \rho_{\varphi};$

Г. $\rightarrow Q_m = \mu \cdot S \sqrt{\frac{2p_1}{RT_1} (p_1 - p_2)};$

Д. $\rightarrow$

$M = Q'_m (V_{2u} r_2 - V_{1u} r_1).$

2. По какой формуле осуществляется расчет местных потерь в трубопроводе?

1	2	3
$\Delta p_m = \xi \cdot Q^2 \cdot 8 \cdot \beta / \pi^2 \cdot d^4;$	$\Delta p_m = Q^2 \cdot \rho / 2 \cdot \mu^2 \cdot S;$	$\Delta p_m = 128 \cdot v \cdot l_3 \cdot \rho \cdot Q / \pi \cdot d^4$

3. Какое слагаемое в уравнении Бернулли $p_1/\rho \cdot g = p_2/\rho \cdot g + \Delta p_{\Sigma}/\rho \cdot g + dv \cdot l/dt \cdot g$ выражает инерционный напор для трубопровода?

1	2	3	4
$p_1/\rho \cdot g;$	$p_2/\rho \cdot g;$	$\Delta p_{\Sigma}/\rho \cdot g;$	$v \cdot l/dt \cdot g$

4. По какой формуле вычисляется коэффициент быстроходности ?

1.1 $n_s = \frac{3.65 \cdot n \cdot \sqrt{Q}}{H^{1/4}};$

1.2 $n_s = \frac{3.65 \cdot n \cdot \sqrt{Q}}{H^{3/4}};$

1.3 $n_s = \frac{3.65 \cdot n \cdot \sqrt{Q^3}}{H^{3/4}}.$

5. По какой формуле вычисляется гидравлический КПД насоса?

1	2	3
$\eta_e = \frac{H_n}{H_n + \sum h};$	$\eta_e = \frac{H_n}{H_m};$	$\eta_e = \frac{Q_H}{Q_T}.$

6. По какой формуле вычисляется объемный КПД насоса?

1	2	3
$\eta_o = \frac{H_n}{H_m};$	$\eta_o = \frac{Q_H - q_{ym}}{Q_H};$	$\eta_o = \frac{Q_H}{Q_T}.$

7. По какой формуле вычисляется механический КПД насоса?

1	2	3
$\eta_m = \frac{N_z}{N};$	$\eta_m = \frac{Q_H}{Q_H + q_{ym}};$	$\eta_m = \frac{N - \Delta N_{mp}}{N};$

8. Чему равен полный КПД роторного нагнетателя?

1	2	3	4
$\eta = \eta_z \cdot \eta_o \cdot \eta_m$	$\eta = \eta_z \cdot \eta_o$	$\eta = \eta_o \cdot \eta_m$	$\eta = \eta_z \cdot \eta_m$

9. Что понимается под характеристикой трубопровода?

- а) зависимость потерь давления в нем от расхода;
- б) зависимость КПД от расхода;
- в) зависимость напора от подачи.

10. Что изменяется с увеличением вязкости перекачиваемой рабочей среды?

- а) становятся больше потери давления на движение среды в трубопроводах;
- б) становятся меньше потери давления на движение среды в трубопроводах;
- в) потери давления на движение в трубопроводах не зависят от вязкости среды.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Изобразите конструктивную схему и объясните принцип действия центробежного насоса. Укажите область применения центробежных насосов.
2. Объясните сущность струйной теории движения жидкости в рабочем колесе центробежного насоса.
3. Основное уравнение центробежных насосов
4. Постройте треугольники скоростей жидкости при входе в межлопастные каналы рабочего колеса.
5. Постройте треугольники скоростей жидкости при выходе из крыльчатки центробежного насоса.
6. Уравнение Эйлера
7. Объясните влияние конечного числа лопастей рабочего колеса центробежного насоса на его напор.
8. Объясните влияние угла установки лопасти при выходе из

рабочего колеса на его напор и коэффициент реакции.

9. Какие типы лопастей применяются в рабочих колесах центробежных насосов?

10. Уравнения подобия лопастных насосов. Какие практические задачи позволяют решать эти уравнения?

11. Что такое коэффициент быстроходности?

12. Как классифицируются лопастные насосы по коэффициенту быстроходности? Как подбирается насос для данной системы?

13. Объясните сущность явления кавитации в центробежных насосах.

14. Что такое геометрическая высота всасывания, подпор насоса и как определяется допустимая геометрическая высота всасывания?

15. Что такое кавитационный запас энергии насоса?

16. Как классифицируются рабочие колеса центробежных насосов по кавитационному коэффициенту быстроходности?

17. Что представляет собой «проточная часть» центробежного насоса?

18. Как устроены подводящие каналы центробежных насосов?

19. Как устроен спиральный отвод центробежного насоса?

20. На каких теоретических положениях основывается расчет спирального отвода?

21. Определите расход жидкости через сечение спирального канала определенных размеров.

22. Объясните устройство и назначение диффузора спирального отвода центробежного насоса.

23. Как устроен направляющий аппарат центробежного насоса?

24. Какие силы действуют на рабочее колесо центробежного насоса?

25. Объясните, отчего возникает и какую величину имеют осевая и радиальная силы, действующие на крыльчатку центробежного насоса.

26. Укажите способы уравнивания осевой силы в центробежных насосах.

27. Объясните, что представляет собой разгрузочный диск многоступенчатого центробежного насоса и как работает «роторная система» с разгрузочным диском.

28. Укажите способы уравнивания радиальной силы в центробежных насосах.

29. Какой режим работы насоса называется расчетным и рабочим?

30. Как выражаются условия материального и энергетического балансов системы насос + гидравлическая сеть?

31. Что называется напорной характеристикой насоса?

32. Как получить суммарную напорную характеристику нескольких насосов, работающих параллельно или последовательно?

33. Что такое характеристика насоса?

34. Как влияет быстроходность насоса на форму его характеристики?

35. Какие способы регулирования работы насосных установок вы знаете и в чем их сущность?

36. Перечислите основные параметры лопастной машины, которые влияют на величину подачи?
37. Гидравлический КПД. Что он характеризует и какую величину обычно имеет?
38. Объемный КПД. Что он характеризует и какую величину обычно имеет?
39. Механический КПД. Что он характеризует и какую величину обычно имеет?
40. Что такое гидравлические потери и как они влияют на параметры лопастного насоса?
41. По какой зависимости можно рассчитать гидравлическое сопротивление ?
42. Как уменьшить объемные потери в лопастной машине ?
43. От чего зависят механические потери в лопастной машине ?
44. Какой вид имеет зависимость $H = f(Q)$?
45. Какой вид имеет зависимость $N = f(Q)$?
46. Какой вид имеет зависимость $\eta = f(Q)$?
47. Как изменится теоретический напор с увеличением Q при $\beta_2 > 90^\circ$?
48. Как изменится теоретический напор с увеличением Q при $\beta_2 < 90^\circ$?
49. Какую форму имеют лопасти крыльчатки центробежного насоса, если $\beta_2 < 90^\circ$?
50. Какую форму имеют лопасти крыльчатки центробежного насоса, если $\beta_2 > 90^\circ$?
51. Как называются лопасти, если $\beta_2 = 90^\circ$?
52. При каком значении угла лопасти крыльчатки β_2 зависимость $N_T = f(Q)$ имеет максимум ?
53. При каком типе лопастей напор с увеличением подачи остается неизменным?
54. Какие функции включает в себя характеристика лопастной машины ?
55. Для чего необходимо знать характеристику лопастной машины ?
56. Какие характеристики лопастных машин называют универсальными ?
57. Перечислите основные гидравлические потери, которые возникают в лопастной машине.
58. Как учесть потери напора на конечное число лопастей ?
59. По какой обобщенной зависимости находятся гидравлические потери ?
60. Как по характеристике найти мощность на режиме холостого хода ?

61. В каком случае мощность холостого хода можно считать равной нулю?
62. Как называется режим, при котором КПД максимален ?
63. Какие особенности имеют характеристики осевых машин ?
64. Как установить геометрическое подобие лопастных машин ?
65. Как установить кинематическое подобие лопастных машин ?
66. Как установить динамическое подобие лопастных машин ?
67. Что понимается под механическим подобием лопастных машин ?
68. Какие условия подобия выполняются для подобных лопастных машин?
69. Как учитываются утечки при построении характеристики лопастной машины ?
70. От какого параметра более всего зависят механические потери мощности в лопастных машинах ?
71. Почему действительная характеристика лопастных машин называется также опытной ?
72. От какого параметра больше всего зависят гидравлические потери в лопастных машинах ?
73. Какие потери учитываются при построении характеристики лопастных машин $H=f(Q)$?
74. Какие потери учитываются при построении характеристики лопастных машин $N=f(Q)$?
75. Назовите зависимости описывающие соотношения между основными параметрами лопастной машины.
76. Что такое коэффициент быстроходности и какую размерность он имеет?
77. Какие поправки учитываются при построении характеристики лопастной машины ?
78. Приведите формулы пересчета характеристики лопастной машины при изменении числа оборотов.
79. Какие параметры влияют на величину коэффициента быстроходности?
80. У каких лопастных машин коэффициент быстроходности больше и почему ?
81. Что изображается на универсальной характеристике лопастной машины ?
82. Для каких лопастных машин часто вводится поправка на изменение плотности среды?
83. При пересчете какого параметра лопастной машины учитываются изменения плотности среды?
84. Какие сопротивления входят в гидравлические потери, характеризующие работу лопастной машины ?
85. Принцип действия, классификация и области применения центробежных насосов
86. Принцип действия, классификация и области применения

вихревых насосов

87. Принцип действия, классификация и области применения осевых (шнековых)

88. Принцип действия, классификация и области применения объемных насосов

89. Основные технические параметры центробежных насосов:

Подача

Напор

Мощность

Допускаемый кавитационный запас (критический, допускаемый)

Высота всасывания

Коэффициент полезного действия

90. Формы (виды) рабочих колес с различными коэффициентами быстроходности

91. Требования, предъявляемые к нефтяному насосу оборудованию высокого давления

92. Основы вихревой теории центробежных насосов

93. Основы струйной теории центробежных насосов

94. Теоретический напор лопастных насосов

95. Влияние конечного числа лопастей крыльчатки на напор центробежного насоса

96. Поправка на конечное число лопастей при расчете теоретического напора

97. Баланс мощности насосов с различными коэффициентами быстроходности

98. Теория подобия центробежных насосов

99. Критерии подобия (коэффициент быстроходности)

100. Основы инженерного расчета (проектирования) центробежного насоса

101. Выбор и расчет основных размеров центробежного насоса

102. Выбор числа ступеней центробежного насоса

103. Выбор оборотов ротора центробежного насоса

104. Определение геометрических размеров рабочего колеса центробежного насоса на входе:

Угол установки лопасти – β_1

Ширина лопасти- b_1

Диаметр входа - D_0

Диаметр установки лопасти - D_1

105. Определение геометрических размеров рабочего колеса центробежного насоса на выходе:

Угол установки лопасти – β_2

Ширина лопасти - b_2

Наружный диаметр - D_2

106. Определение и выбор числа лопастей рабочего колеса центробежного насоса

107. Профилирование меридионального сечения рабочего колеса центробежного насоса центробежного насоса
108. Профилирование рабочего колеса центробежного насоса с цилиндрическими лопастями центробежного насоса
109. Профилирование спирального отвода (сборника) центробежного насоса
110. Профилирование кольцевого отвода (сборника) центробежного насоса
111. Профилирование диффузора (на выходе) центробежного насоса
112. Содержание ГОСТ 6134-2007 – Насосы динамические. Методы испытаний
113. Содержание ГОСТ 17398-72 – Насосы. Термины и определения
Содержание ISO 610 – Центробежные насосы для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Характеристика нефтяной отрасли	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Общие сведения о НПС, основное энергетическое оборудование	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

3	НО динамического типа	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	НО объемного типа	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Струйные насосы	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Техническая эксплуатация НО, НПС	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

1. Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод: Учебное пособие М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 320с.: (ЭБС Znanium.com)

2. Насосы и компрессоры. Курс лекций: Учебное пособие. Ухта. УГТУ, 2011. -67 с.:ил.

3. Гидромашины и компрессоры. - 2-е изд. перераб. и доп. - М. : Недра, 1981. - 295 с. : ил

4. Основы механики жидкости: Учеб. пособие. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2007. - 105 с.

5. Гидравлические машины и компрессоры : Лабораторный практикум: Учеб. пособие / С. В. Григорьев, С. Г. Валюхов. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2007. - 99 с. - 33-00.

6. Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине "Гидравлические машины и компрессоры" по теме "Расчет характеристик центробежного насоса. Особенности конструкции и эксплуатации насосов типа "Д" для студентов специальности 130501 "Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ" очной и заочной форм обучения. каф. нефтегазового оборудования и транспортировки; 263-2007 - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2007. - 29 с.

7. Методические указания к лабораторным работам по курсу "Конструкции и расчет турбонасосных и насосных агрегатов" для студентов специальности 130501 "Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ" очной и заочной форм обучения. Ч.1 / каф. нефтегазового оборудования и транспортировки; 261-2007. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2007. - 38 с. .

8. Методические указания к лабораторным работам по курсу "Конструкции и расчет турбонасосных и насосных агрегатов" для студентов специальности 130501 "Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ" очной и заочной форм обучения. Ч.2 / каф. нефтегазового оборудования и транспортировки; 261-2007 - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2007. - 35 с.

9. Методические указания по дисциплине "Конструкции и расчет турбонасосных и насосных агрегатов" для студентов специальности 130501 "Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ" очной и заочной форм обучения. Ч.1 / каф. нефтегазового оборудования и транспортировки; 204-2007: - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2007. - 38 с.

10. Методические указания по дисциплине "Конструкции и расчет турбонасосных и насосных агрегатов" для студентов специальности 130501 "Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ" очной и заочной форм обучения. Ч.2 / каф. нефтегазового оборудования и транспортировки; 205-2007 - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2007. - 32 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Интернет-ресурсы для самостоятельной работы:

Сайт Министерства энергетики РФ, раздел «Нефтегазовый комплекс» (<http://minenergo.gov.ru/activity/oilgas/>);

Информационно-правовые порталы «Консультант плюс» (<http://www.consultant.ru>), «Гарант» (<http://www.garant.ru/>);

Библиотека ГОСТов, стандартов и нормативов (<http://www.infosait.ru/>);

Официальные сайты предприятий нефтегазового комплекса (например, www.gazprom.ru, www.tnk-bp.ru/);

Отраслевой портал «PROPUMPS» - насосы и насосное оборудование (<http://www.propumps.ru>);

Сайт АО «Турбонасос» (<http://turbonasos.ru/>);

Электронная информационно-образовательная среда ВГТУ (<http://eios.vorstu.ru>)

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой; учебные лаборатории; дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума; кабинеты, оборудованные проекторами и интерактивными досками; натурные лекционные демонстрации.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Насосное оборудование нефтяной отрасли» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических

навыков расчета насосного оборудования. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная

	подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.
--	--