



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический
университет» (БГТУ)

Учебно-научный институт транспорта

Кафедра «Трубопроводные транспортные системы»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор по учебной
работе и цифровизации

_____ В.А. Шкаберин

«21» апреля 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

КОМПРЕССОРЫ И ПНЕВМОДВИГАТЕЛИ

по направлению подготовки: 15.03.03

«Прикладная механика»

профиль «Нефтегазовое оборудование и надежность машин»

квалификация выпускника: бакалавр

форма обучения: очная

(для набора с 2020 г.)

Брянск 2022

Рабочая программа учебной дисциплины «Компрессоры и пневмодвигатели» для направления подготовки 21.03.01. «Нефтегазовое дело», профиль «Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов».

Разработал:

доцент кафедры «Трубопроводные транспортные системы»

кандидат технических наук, доцент _____ /А.К. Толстошеев/

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
от 30.03.2022 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой

«Трубопроводные транспортные системы»

доктор технических наук, доцент _____ /М.Г. Шалыгин/

Согласовано:

Заведующий выпускающей кафедрой

«Трубопроводные транспортные системы»

доктор технических наук, доцент _____ /М.Г. Шалыгин/

© [Толстошеев А.К.]

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет»

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС.....	5
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.....	6
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
5.1. Структура дисциплины.....	7
5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины.....	7
5.3. Лекции	8
5.4. Лабораторные работы	9
5.5. Практические занятия.....	9
5.6. Самостоятельная работа обучающихся	11
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся	13
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	13
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	14
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	15
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся	15
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	16
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины	18
8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем	19
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	19

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	21
11.1. Методические материалы для педагогических работников	21
11.2. Методические материалы для обучающихся	22
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	23
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины.....	23
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости	23
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся	24
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине.....	25
12.5. Характеристика результатов обучения	25
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся	26
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА	26

Предисловие.

Программа разработана на основе требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриата по направлению подготовки 21.03.01– «Нефтегазовое дело», утверждённого приказом Министерства образования и науки РФ № 96 от 09.02.2018 в соответствии с рабочим учебным планом по программе бакалавриата по профилю «Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов».

1. Цель освоения дисциплины.

Цель освоения дисциплины – формирование у будущего бакалавра компетенций, обозначенных в ОПОП.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата.

Дисциплина «Компрессоры и пневмодвигатели » относится к вариативной части блока Б1 программы бакалавриата, базируется на предшествующих дисциплинах: «Инженерная графика», «Детали машин», «Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика», «Теоретическая механика», «Основное насосное оборудование», используется при изучении последующих дисциплин: «Энергопривод насосов и компрессоров», «Выпускная квалификационная работа».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций.

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Результаты освоения
1	2	3
Профессиональные компетенции (ПК)		
ПК-2	Готов принимать участие в составлении отчетов и представлении результатов выполненной работы	<ul style="list-style-type: none"> - знать: принцип работы и конструкцию насосных и компрессорных агрегатов; - уметь: представлять результаты выполненной работы; - владеть: навыками составления отчетов и представления результатов выполненной работы
ПК-4	Способен осуществлять выполнение работ по эксплуатации объектов газотранспортного оборудования и конструктивных элементов объектов и сооружений МТ нефти и нефтепродуктов	<ul style="list-style-type: none"> - знать: требования технической эксплуатации насосных и компрессорных станций; - уметь: осуществлять выполнение работ по эксплуатации насосов и компрессоров МТ; - владеть: навыками выполнения работ по эксплуатации объектов газотранспортного оборудования и конструктивных элементов объектов и сооружений МТ нефти и нефтепродуктов

1	2	3
ПК-6	Способен осуществлять организационно-техническое сопровождение эксплуатации объектов профессиональной деятельности	<p>- знать: систему технического обслуживания и ремонта механо-технологического оборудования нефтеперекачивающих и компрессорных станций;</p> <p>- уметь: осуществлять организационно-техническое сопровождение эксплуатации объектов профессиональной деятельности;</p> <p>- владеть: навыками организационно-технического сопровождения эксплуатации объектов МТ газа, нефти и нефтепродуктов</p>
ПК-7	Способен осуществлять разработку предложений по повышению эффективности эксплуатации объектов газотранспортного оборудования и конструктивных элементов объектов и сооружений МТ нефти и нефтепродуктов	<p>- знать: принцип работы и конструкцию компрессорных и насосных агрегатов;</p> <p>- уметь: осуществлять разработку предложений по повышению эффективности эксплуатации объектов газотранспортного оборудования и насосных агрегатов МТ нефти и нефтепродуктов;</p> <p>- владеть: методами повышения эффективности работы компрессорных и насосных агрегатов МТ</p>

4. Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 часа).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр	
		5	6
Аудиторные занятия (всего)	102	51	51
В том числе:	-		-
Лекции (Л)	68	34	34
Практические занятия (ПЗ)	34	17	17
Самостоятельная работа (СРС) (без учета подготовки к экзамену)	87	21	66
В том числе:	-	-	-
Подготовка к занятиям	41	17	24
Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины	46	4	42
Экзамен	63	36	27
Общая трудоемкость	252	108	144
Зачетные единицы	7	3	4

5. Содержание дисциплины.

5.1. Содержание разделов дисциплины.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (дидактические единицы)
1	2	3
1	Гидромашины. Основы теории	Определение и общая классификация проточных машин. Динамические машины. Объёмные машины. Струйные насосы и пневматические подъёмники для жидкостей. Подача и напор объёмных и динамических машин. Баланс работ в проточной машине. Основные технические показатели гидромашин. Совместная работа насоса и трубопроводной системы.
2	Динамические насосы	Насосное оборудование динамического типа: классификация динамических насосов; принцип действия и схема строения центробежного насоса; характеристики центробежных насосов; понятие о напоре, подаче, КПД насоса, мощности, высоте всасывания, кавитационном запасе; основные узлы центробежных насосов: рабочие колеса и валы, уплотнения, корпус, подшипники, муфты, фундаментальные рамы; смазывание и регулирование работы центробежных насосов; осевые насосы: характеристика, область применения, схема осевого насоса, классификация осевых насосов; понятие о насосной установке, принципиальная технологическая схема.
3	Объёмные насосы	НО объёмного типа: классификация объёмных насосов; поршневые насосы, принцип действия и классификация; основные характеристики: понятие напоре, подаче, КПД, мощности; конструктивные схемы поршневых насосов, основные узлы и детали, уплотнения; смазывание и регулирование подачи поршневого насоса; роторные насосы, принцип действия и классификация, основные характеристики, конструктивные схемы, основные узлы и детали, уплотнения, регулирование подачи
4	Насосы специальных типов	Вихревые насосы. Водокольцевые вакуумные насосы. Струйные насосы: область применения, принцип действия и классификация, основные характеристики и конструктивное исполнение.
5	Нефтеперекачивающие станции	Техническая эксплуатация 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.

1	2	3
6	Основы теории компрессорных машин	Основные понятия, типы компрессоров, принцип действия объемных и динамических компрессоров; основные энергетические параметры компрессорного оборудования, термодинамика компрессорного процесса, охлаждение, ступенчатое сжатие, характеристики лопастных компрессоров.
7	Лопастные компрессоры (центробежные и осевые)	Компрессорное оборудование динамического типа: классификация динамических компрессоров; принцип действия и схема строения центробежного компрессора; характеристики центробежных компрессоров; основные узлы центробежных компрессоров: рабочие колеса и валы, уплотнения, разгрузочный поршень, корпус, подшипники, муфты, фундаментные рамы; смазывание, охлаждение и регулирование работы центробежных компрессоров; осевые компрессоры: характеристика, область применения, схема осевого компрессора, классификация осевых компрессоров; воздуходувки; понятие о компрессорной установке, принципиальная технологическая схема
8	Объёмные поршневые компрессоры	Компрессоры объемного типа: классификация объемных компрессоров; поршневые компрессоры, принцип действия и классификация; основные характеристики поршневого компрессора, понятие о мертвом объеме, степени сжатия, подаче, КПД, мощности; конструктивные схемы поршневых компрессоров, основные узлы и детали, уплотнения поршней и штоков; смазывание и охлаждение поршневых компрессоров, регулирование подачи поршневого компрессора
9	Объёмные компрессоры и эжекторы	Роторные компрессоры, принцип действия и классификация, основные характеристики, конструктивные схемы, основные узлы и детали, уплотнения, регулирование подачи. Винтовые компрессоры, мембранные компрессоры, ротационно-пластинчатые компрессоры, маслозаполненные ротационно-пластинчатые компрессоры. Эжекторы: область применения, принцип действия и классификация, основные характеристики и конструктивное исполнение эжекторов
10	Компрессорные станции	Основные положения правил технической эксплуатации компрессорных станций; параметры надёжности эксплуатации и мероприятия по их повышению; эксплуатационный персонал; износ оборудования компрессорных станций; организация профилактического и капитального ремонта оборудования; натурные испытания агрегатов компрессорных станций; охрана труда и мероприятия по технике безопасности.

5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами.

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Энергопривод насосов и компрессоров	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Выпускная квалификационная работа	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

5.3. Разделы дисциплины и виды занятий (в часах).

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	СРС	Экзамен	Всего часов
1	Гидромашины. Основы теории	6	4	8	7	25
2	Динамические насосы	8	4	10	7	29
3	Объёмные насосы	8	4	10	7	29
4	Насосы специальных типов	6	2	8	7	23
5	Нефтеперекачивающие станции	6	3	8	8	25
6	Основы теории компрессорных машин	6	4	8	5	23
7	Лопастные компрессоры (центробежные и осевые)	6	4	8	5	23
8	Объёмные поршневые компрессоры	8	4	10	5	27
9	Объёмные компрессоры и эжекторы	8	2	8	6	24
10	Компрессорные станции	6	3	9	6	24
Итого		68	34	87	63	252

6. Лекции, практические занятия, лабораторные работы, семинары.

6.1. Лекции.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лекций	Трудоемкость (час.)
1	2	3	4
1	1	Определение и общая классификация проточных машин	2
2	1	Основные технические показатели гидромашин	2
3	1	Совместная работа насоса и трубопроводной системы	2
4	2	Центробежные насосы	2
5	2	Основные узлы центробежных насосов	2
6	2	Осевые насосы	2
7	2	Насосные установки	2
8	3	Поршневые насосы, принцип действия и классификация	2

1	2	3	4
9	3	Основные характеристики поршневых насосов	2
10	3	Роторные насосы	2
11	3	Основные характеристики роторных насосов	2
12	4	Вихревые насосы. Водокольцевые вакуумные насосы.	2
13	4	Струйные насосы: область применения, принцип действия и классификация	2
14	4	Основные характеристики и конструктивное исполнение струйных насосов	2
15	5	Техническая эксплуатация НПС	2
16	5	Организация профилактического и капитального ремонта оборудования НПС	2
17	5	Охрана труда и мероприятия по технике безопасности НПС	2
Итого за 5 семестр			34
1	6	Основы теории компрессорных машин	2
2	6	Термодинамика компрессорного процесса	2
3	6	Характеристики компрессоров	2
4	7	Центробежные компрессоры	2
5	7	Осевые компрессоры	2
6	7	Компрессорные установки	2
7	8	Классификация объемных компрессоров	2
8	8	Поршневые компрессоры	2
9	8	Основные узлы и детали поршневых компрессоров	2
10	8	Регулирование подачи поршневого компрессора	2
11	9	Роторные компрессоры	2
12	9	Винтовые компрессоры	2
13	9	Мембранные и ротационно-пластинчатые компрессоры	2
14	9	Эжекторы	2
15	10	Основные положения правил технической эксплуатации компрессорных станций	2
16	10	Организация профилактического и капитального ремонта оборудования	2
17	10	Охрана труда и мероприятия по технике безопасности компрессорных станций	2
Итого за 6 семестр			34
Всего			68

6.2. Практические занятия.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)
1	2	3	4
1	1	Гидравлический расчет трубопроводной сети. Определение допустимой высоты всасывания	2
2	1	Выбор насоса по каталогам с учетом конкретных условий	2
3	2	Расчет параметров центробежного насоса. Построение характеристик насоса и сети. Определение по характеристикам оптимальных режимных параметров.	2
4	2	Перерасчет параметров центробежного колеса при изменении его диаметра, скорости вращения и плотности среды.	2
5	3	Расчет производительности и предельной высоты всасывания поршневого насоса	2
6	3	Расчет параметров роторных насосов	2
7	4	Основные характеристики струйных насосов	2
8,9	5	Анализ рисков и безопасности нефтеперекачивающих станций	3
Итого за 5 семестр			17
10	6	Термодинамика компрессорного процесса	2
11	6	Расчет компрессорных установок. Выбор компрессоров	2
12	7	Расчет параметров центробежного компрессора.	2
13	7	Расчет параметров осевого компрессора	2
14	8	Расчет параметров поршневого компрессора	2
15	8	Определение предельной степени сжатия и числа ступеней поршневого компрессора	2
16	9	Винтовые компрессоры и эжекторы	2
17, 18	10	Анализ рисков и безопасности компрессорных станций	3
Итого за 6 семестр			17
Всего			34

6.3. Лабораторные работы.

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

6.4. Семинары.

Семинары учебным планом не предусмотрены.

6.5. Образовательные технологии.

Лекции	Лекция-изложение, лекция-объяснение, проблемная лекция, лекция-мультимедиа
Практические занятия	Игровые технологии, проблемные вопросы, групповые дискуссии, исследование
Самостоятельная работа студентов	Компьютерные технологии, работа по аналогии, исследование
Консультации	Индивидуальные, групповые, работа в группах, компьютерные технологии.
Текущий контроль, экзамен	Дискуссия.

7. Самостоятельная работа студентов.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы
1	Гидромашины. Основы теории	Подготовка к занятиям
		Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины
2	Динамические насосы	Подготовка к занятиям
		Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины
3	Объёмные насосы	Подготовка к занятиям
		Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины
4	Насосы специальных типов	Подготовка к занятиям
		Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины
5	Нефтеперекачивающие станции	Подготовка к занятиям
		Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины
6	Основы теории компрессорных машин	Подготовка к занятиям
		Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины
7	Лопастные компрессоры (центробежные и осевые)	Подготовка к занятиям
		Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины
8	Объёмные поршневые компрессоры	Подготовка к занятиям
		Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины
9	Объёмные компрессоры и эжекторы	Подготовка к занятиям
		Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины
10	Компрессорные станции	Подготовка к занятиям
		Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

а) основная литература:

1. Энерго-механическое оборудование перекачивающих станций нефтепродуктопроводов: учебное пособие / под общей ред. Ю. Д. Земенкова. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. – 404 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64527 — Загл. с экрана.

2. Ухин, Б.В. Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод: учеб. пособие. – М.: Инфра-М, 2018. – 320 с. (ЭБС «Znaniyum») - Текст : электронный.

- URL: <http://znanium.com/catalog/product/937455>.

б) дополнительная литература:

3. Черкасский, В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: учебник для вузов. – 2-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с., ил. Библиотека электронных копий книг. Режим доступа:

<https://www.proektant.org/index.php?topic=14090>

4. Двинин, А.А. Типовые центробежные насосы в нефтяной промышленности. [Электронный ресурс]: Учебные пособия / А.А. Двинин, А.А. Безус. — Электрон, дан. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2010. — 232 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com>

5. Гудилин, Н.С. Гидравлика и гидропривод. [Электронный ресурс] — Электрон, дан. — М.: Горная книга, 2007. — 520 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com>

6. Карелин В.Я., Минаев А.В. Насосы и насосные станции: учеб. для вузов – М.: Стройиздат, 1986. – 320 с.

7. Земенкова, М.Ю. Основы эксплуатации гидравлических систем нефтегазовой отрасли. [Электронный ресурс]: Учебные пособия / М.Ю. Земенкова, А.А. Венгеров, И.В. Тырылгин, К.С. Воронин. — Электрон, дан. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2012. — 400 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com>

8. Гумеров, А.Г. Эксплуатация оборудования нефтеперекачивающих станций. / А.Г. Гумеров, Р.С. Гумеров, А.М. Акбердин. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2001. – 475 с.

9. Михайлов А. К., Ворошилов В.П. Компрессорные машины: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 288 с.: ил.

в) справочная литература

10. ГОСТ 32601-2013 (ISO 13709:2009) Насосы центробежные для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности. Общие технические требования.

11. ГОСТ Р 53675-2009. Насосы нефтяные для магистральных трубопроводов. Общие требования.

12. ГОСТ Р 54802-2011. Компрессоры поршневые газовые агрегатированные.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:

1. Электронно- библиотечные системы: (ЭБС) издательства Лань. Режим доступа: e.lanbook.com, biblio-onlain.ru. Режим доступа: www.biblio-online.ru, Единое окно доступа к образовательным ресурсам . . Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/940/67940>
- ЭБС IPRbooks. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>.
2. Сайт Обществ системы «Транснефть». Режим доступа: <https://www.transneft.ru/>
3. Информационно-аналитический портал «Нефть России». Режим доступа: <http://www.oilru.com/>
4. Литература по нефтяной и газовой промышленности. Режим доступа: <http://petrolibrary.ru/>
5. Единая база ГОСТ РФ. Режим доступа: <http://gostexpert.ru/>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения:

1. Операционная система *MS Windows, MS Office Professional* (≥ 2010).
2. Математический процессор *Mathcad*.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Специализированная аудитория для проведения лекционных занятий, консультаций, промежуточной аттестации. Аудитория укомплектована специализированной мебелью (столы, стулья, ученическая доска), оборудована ноутбуками (компьютерный класс), мультимедиа проектором с ноутбуком и интерактивной доской.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

10.1. Методические рекомендации для преподавателей.

Дисциплина в целом. Темы лекций и практических занятий необходимо согласовывать друг с другом и с расписанием аудиторных занятий. Студентам заранее сообщаются темы занятий, система оценки учебной работы. При изучении учебного материала необходимо постоянно показывать связи дисциплины со смежными дисциплинами.

Лекции. Большую часть лекционного материала, учитывая ограниченность во времени, целесообразно излагать, используя технологию объяснительно-иллюстрационной (традиционной) модели обучения: от знаний к проблеме. Виды лекций: лекция-изложение, лекция-объяснение, лекция-установка. Часть учебного материала следует излагать, используя технологию проблемного обучения (от проблемы к знаниям) с использованием интерактивных методов: «групповые дискуссии».

10.2. Методические рекомендации для обучающихся.

Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого на изучение дисциплины. Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них – это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая – внеаудиторная самостоя-

тельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы. Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 1-3 часа ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Ритм в работе – это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха. Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (построение графиков и т.п.). Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут – работа, 5-10 минут – перерыв; после 3 часов работы перерыв – 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

Рекомендации для облегчения понимания учебного материала. Учебная работа, как и любая другая, включает в себя подготовительные, основные и проверочные действия. Проверочные действия студент осуществляет в виде самоконтроля по каждому виду учебной работы. Подготовка к лекции: повторить предыдущий учебный материал по конспекту лекций и учебной литературе накануне текущей лекции. В случае непонимания материала – сформулировать вопросы и обратиться к преподавателю или коллегам за разъяснением. Пониманию проблемы способствуют:

- умение задавать себе вопросы;
- аналогия;
- разные языки описания проблемы (словесный, графический, математический, символичный, табличный).

Рекомендации по изучению отдельных тем курса. Конспект лекций пишется кратко, схематично, с фиксацией основных положений, выводов, формулировок, обобщений. Следует помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины цветным фломастером. Выполнять проверку терминов, понятий с помощью учебников и справочников. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. При изучении дисциплины дополнительно к учебной литературе необходимо воспользоваться справочной литературой и стандартами.

Рекомендации по использованию материалов учебно-методического комплекса. Для экономии времени и повышения качества обучения рекомендуется изучить рабочую программу дисциплины и учебно-методический комплекс.

Рекомендации по работе с литературой:

1. Просмотрите предыдущий учебный материал по конспекту лекций и учебнику. Найдите связь, изучаемой темы с остальными разделами курса.
2. Анализ заголовка. Прочитав заголовок, следует спросить себя: «О чём здесь пойдёт речь? Почему заголовок имеет такое название?». Попробуйте ответить на эти и аналогичные вопросы.
3. По ходу чтения ведите диалог с текстом. Задавайте себе вопросы, например, «Откуда это следует? Как быть в этом случае?». По ходу чтения старайтесь осознать, что вам не понятно. Делайте выписки, составляйте схемы, таблицы, подчёркивайте ключевые слова, важные мысли. Разбирайте примеры.
4. После прочтения текста попробуйте выразить его главные мысли. Представьте себе логическую схему текста. Составьте план конспекта.
5. Бегло просмотрев учебный материал и повторяя сложные места, составьте конспект текста, который будет использован в дальнейшем.

При подготовке к экзамену необходимо, прежде всего, проработать конспект лекций и учебную литературу в рамках сформулированных преподавателем вопросов к экзамену. Возникающие вопросы задать преподавателю на консультациях. Просмотреть и темы задач практических занятий.

10.3. Методические рекомендации для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья могут применяться следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- 1) для слабовидящих:
 - обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
 - для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;
 - задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий, оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- 3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию обучающихся могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все студенты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

11.1. Этапы формирования компетенций

Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины)	Код показателя освоения											
	ПК-2			ПК-4			ПК-6			ПК-7		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Гидромашины. Основы теории	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Динамические насосы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Объёмные насосы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Насосы специальных типов	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Нефтеперекачивающие станции	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Основы теории компрессорных машин	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Лопастные компрессоры (центробежные и осевые)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Объёмные поршневые компрессоры	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Объёмные компрессоры и эжекторы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Компрессорные станции	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

11.2. Индексированные показатели и критерии оценивания результатов

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель освоения	Оценочные средства	
			Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
1	2	3	4	5
ПК-2	Готов принимать участие в составлении отчетов и представлении результатов выполненной работы	P1 - знает: принцип работы и конструкцию насосных и компрессорных агрегатов;	Практические задания	Вопросы к экзамену
		P2 – умеет: представлять результаты выполненной работы;	Практические задания	Вопросы к экзамену
		P3 - владеет: навыками составления отчетов и представления результатов выполненной работы	Практические задания	Вопросы к экзамену

1	2	3	4	5
ПК-4	Способен осуществлять выполнение работ по эксплуатации объектов газотранспортного оборудования и конструктивных элементов объектов и сооружений МТ нефти и нефтепродуктов	Р1 – знает: требования технической эксплуатации насосных и компрессорных станций	Практические задания	Вопросы к экзамену
		Р2 – умеет: осуществлять выполнение работ по эксплуатации насосов и компрессоров МТ;	Практические задания	Вопросы к экзамену
		Р3 – владеет: навыками выполнения работ по эксплуатации объектов газотранспортного оборудования и конструктивных элементов объектов и сооружений МТ нефти и нефтепродуктов	Практические задания	Вопросы к экзамену
ПК-6	Способен осуществлять организационно-техническое сопровождение эксплуатации объектов профессиональной деятельности	Р1 – знает: систему технического обслуживания и ремонта механо-технологического оборудования нефтеперекачивающих и компрессорных станций	Практические задания	Вопросы к экзамену
		Р2 – умеет: осуществлять организационно-техническое сопровождение эксплуатации объектов профессиональной деятельности;	Практические задания	Вопросы к экзамену
		Р3 – владеет: навыками организационно-технического сопровождения эксплуатации объектов МТ газа, нефти и нефтепродуктов	Практические задания	Вопросы к экзамену
ПК-7	Способен осуществлять разработку предложений по повышению эффективности эксплуатации объектов газотранспортного оборудования и конструктивных элементов объектов и сооружений МТ нефти и нефтепродуктов	Р1 – знает: принцип работы и конструкцию компрессорных и насосных агрегатов;	Практические задания	Вопросы к экзамену
		Р2 – умеет: осуществлять разработку предложений по повышению эффективности эксплуатации объектов газотранспортного оборудования и насосных агрегатов МТ нефти и нефтепродуктов;	Практические задания	Вопросы к экзамену
		Р3 – владеет: методами повышения эффективности работы компрессорных и насосных агрегатов МТ	Практические задания	Вопросы к экзамену

11.3. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости включает анализ решений практических заданий и учёт посещаемости занятий.

Шкала и критерии оценивания уровня освоения компетенций, приобретаемых при выполнении практических заданий:

– оценка «отлично» (максимальный уровень освоения компетенций) выставляется студенту, если он самостоятельно в полном объёме выполнил практические задания, показал отличное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала;

– оценка «хорошо» (средний уровень освоения компетенций) выставляется студенту, если он самостоятельно в полном объёме с небольшими замечаниями выполнил практические задания, показал хорошее владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала;

– оценка «удовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций) выставляется студенту, если он со значительными замечаниями выполнил практические задания, показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала;

– оценка «неудовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций не достигнут) выставляется студенту, если он не выполнил или выполнил не в полном объёме, со значительными замечаниями практические задания, показал неудовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.

Студент, получивший оценку «неудовлетворительно» при текущем контроле успеваемости к экзамену не допускается.

Контрольно-измерительные материалы текущего контроля успеваемости

11.4. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в виде устного экзамена.

Согласно Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов успеваемость обучающихся определяется на экзамене оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» являются положительными. Основанием для определения оценок служит уровень освоения студентами учебного материала и формирования компетенций, предусмотрен-

ных РПД. Кроме этого, учитывается посещаемость и работа на аудиторных занятиях.

Уровень знаний, умений и навыков обучающегося при устном ответе во время экзамена определяется с использованием следующей шкалы по следующим критериям:

Оценка «отлично» (максимальный уровень освоения компетенций) ставится, если продемонстрировано системное и глубокое знание учебного материала; знание современной учебной и научной литературы; точно используется терминология; показано умение приводить примеры, творчески применять знание теории к решению профессиональных задач; материал изложен грамотно и логично без наводящих вопросов; допущены одна-две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию; при текущем контроле успеваемости получены оценки «отлично» или «хорошо».

Оценка «хорошо» (средний уровень освоения компетенций) ставится, если ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «отлично», но при этом имеет один из недостатков:

- в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;
- допущены один-два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя;
- допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций) ставится, если учебный материал по рассматриваемым вопросам в целом усвоен; имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, записи расчётных формул и схем; материал изложен с наводящими вопросами в неполном объёме; при текущем контроле успеваемости получены оценки «удовлетворительно» или «хорошо».

Оценка «неудовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций не достигнут) ставится, если не раскрыто основное содержание учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы компетенции, умения и навыки.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации.***Вопросы к экзамену***

1. Компрессоры и пневмодвигатели , общие сведения и классификация.
2. Насосы, требования, предъявляемые к насосам; факторы, влияющие на работу насоса и определяющие конструкцию насоса.
3. Основные параметры насосов.
4. Центробежные насосы, общие сведения, классификация, принцип действия.
5. Основное уравнение центробежных насосов.
6. Форма лопаток рабочего колеса и ее влияние на работу насоса.
7. Характеристики центробежных насосов.
8. Основы теории подобия лопастных насосов.
9. Коэффициент быстроходности и типы лопастных насосов.
10. Совместная работа центробежных насосов на трубопровод.
11. Кавитация в лопастных насосах. Предельно допустимая высота всасывания.
12. Регулирование режима работы центробежных насосов.
13. Насосная установка и ее характеристика.
14. Схемы установки центробежных насосов и работа их на сеть.
15. Конструкция и обслуживание центробежных насосов.
16. Вихревые насосы, конструкция, принцип действия, область применения, преимущества и недостатки.
17. Объемные насосы, общие сведения, принцип действия, классификация.
18. Величины, характеризующие рабочий процесс объемных насосов.
19. Поршневые насосы, принцип действия и классификация. Основные свойства поршневых насосов.
20. Производительность и объемный КПД поршневых насосов.
21. Закон движения поршня насоса.
22. Графики подачи поршневых насосов.
23. Способы уменьшения неравномерности подачи поршневых насосов.
24. Индикаторная диаграмма поршневого насоса.
25. Высота всасывания поршневых насосов.
26. Работа и мощность поршневого насоса.
27. Определение главных размеров цилиндра поршневого насоса.
28. Регулирование подачи поршневого насоса.
29. Характеристики поршневых насосов.
30. Параллельная работа поршневых насосов.
31. Роторные насосы, общие сведения. Шестеренные насосы.
32. Пластинчатые насосы. Общие сведения, конструкция, принцип действия, подача и ее регулирование.

33. Радиально и аксиально-поршневые насосы. Устройство, принцип действия, подача и область применения.
34. Винтовые насосы и гидромашины. Устройство, принцип действия и область применения.
35. Струйные насосы
36. Компрессоры, общие сведения, классификация.
37. Поршневые компрессоры. Типы поршневых компрессоров.
38. Принцип действия поршневого компрессора и термодинамические основы теории работы поршневых компрессоров.
39. Определение производительности поршневого компрессора.
40. Характеристика поршневого компрессора.
41. Многоступенчатое сжатие в поршневом компрессоре.
42. Мощность компрессора и его КПД.
43. Центробежные компрессоры, общие сведения.
44. Устройство и принцип действия одновальных (пластинчатых и водокольцевых) роторных компрессоров.
45. Винтовые компрессоры, колёса Рутта.
46. Эжекторы
47. Основные положения правил технической эксплуатации КС.
48. Мероприятия по повышению надёжности эксплуатации КС.
49. Организация ремонта оборудования компрессорных станций.
50. Натурные испытания агрегатов компрессорных станций.
51. Охрана труда и мероприятия по технике безопасности КС.

Типовые экзаменационные задачи

1. Установить тип насоса, работающего при скорости n , имеющего подачу Q и развивающего напор H .
2. Определить необходимую мощность двигателя для насоса 4К-190/45 при работе насоса с 85 % КПД
3. Определить геометрическую высоту всасывания при давлении на входе в насос 25 м и атмосферном давлении 760 м. Скорость потока на входе 50 м/с и потери напора во всасывающих коммуникациях насоса равны 0,02 м.
4. Определить минимальный кавитационный запас насоса 2НК-80/25.
Кавитационный коэффициент быстроходности насоса равен 1200, а частотой вращения 1450 мин^{-1} .
5. Определить коэффициент быстроходности для насоса Д300/40 при работе насоса с частотой вращения 1450 мин^{-1} .

Аннотация рабочей программы дисциплины**КОМПРЕССОРЫ И ПНЕВМОДВИГАТЕЛИ**

Код и название направления подготовки: 21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль: «Трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов»

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

1. Цель дисциплины: формирование у будущего бакалавра компетенций, обозначенных в ОПОП.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина относится к вариативной части блока Б1.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Изучение дисциплины направлено на формирование и развитие компетенций (коды, в соответствии с ФГОС ВО, ОПОП) *ПК-2, ПК-4, ПК-6, ПК-7*.

4. Общая трудоемкость дисциплины: 7 зачетных единиц (252 часа).

5. Основные разделы дисциплины:

1. Гидромашины. Основы теории.
2. Динамические насосы.
3. Объёмные насосы.
4. Насосы специальных типов.
5. Нефтеперекачивающие станции.
6. Основы теории компрессорных машин.
7. Лопастные компрессоры (центробежные и осевые).
8. Объёмные поршневые компрессоры.
9. Объёмные компрессоры и эжекторы.
10. Компрессорные станции.

6. Автор: Толстошеев Андрей Константинович, доцент, доцент

7. Рабочая программа дисциплины рассмотрена на заседании кафедры «Трубопроводные транспортные системы» ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» от « » 2020 г., протокол № и утверждена первым проректором по учебной работе « » 2020 г.

Лист регистрации изменений

Порядко- вый номер изменения	Раздел, пункт	Вид изменения (заменить, аннули- ровать, добавить)	Дата внесе- ния измене- ния	Ф.И.О., подпись лица, внёсшего из- менение	Номер и дата прото- кола научно- метод. совета университета