

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: Министр  
Дата подписания: 08.10.2024 12:22:51  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТОМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель образовательной программы

\_\_\_\_\_ А.Е. Анашкина  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: Гидромашины и компрессоры

специальность: 21.05.06 - Нефтегазовая техника и технологии

направленность:  
Технология бурения нефтяных и газовых скважин  
Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений  
Магистральные трубопроводы и газонефтехранилища  
Машины и оборудование нефтегазовых промыслов

форма обучения: очная / заочная

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры машин и оборудования нефтяной и газовой промышленности

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **1 Цели и задачи освоения дисциплины**

Цель дисциплины: формирование системы знаний о конструктивных особенностях, устройстве гидравлических машин и компрессоров, практических навыков их проектирования, расчета и конструирования.

Задачи дисциплины.

Научить выпускника:

- сформировать систему знаний о конструкциях, устройстве гидравлических машин и компрессоров, используемых в технологических процессах бурения, при строительстве скважин, добыче, подготовке и транспорте углеводородов;
- овладеть методами проектирования, конструирования, гидравлических и прочностных расчетов гидравлических машин и компрессоров.

## **2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание:

- основ высшей математики и физики, прикладной механики;
- методики проведения экспериментальных работ, исследований и проектирования;
- назначения и принципов работы программного обеспечения, используемого в профессиональной деятельности, основных этапов производственного цикла и технологического процесса строительства скважин, особенностей функционирования определённых технических процессов;

умения:

- использовать компьютерные технологии для решения профессиональных задач, пользоваться средствами обработки информации;
- применять математические, физические, методы теоретической механики и деталей машин для решения типовых профессиональных задач;
- проводить оценку эффективности существующего технологического оборудования;

владение:

- навыками использовать информационные технологии;
- способностью разрабатывать технические предложения по совершенствованию существующей техники и технологии;
- навыками по изучению, участию в разработке методических и нормативных документов для решения поставленных задач.

Для изучения данной дисциплины необходимо усвоение следующих дисциплин: «Теория механизмов и машин», «Физика».

## **3 Результаты обучения по дисциплине**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикаторов достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p>УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</p>	<p>УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию (задачу) и выделяет ее базовые составляющие</p>	<p>Знает методику постановки задачи и ее основные составляющие (З1)</p>
		<p>Умеет находить и критически анализировать информацию о конструкциях, устройстве гидравлических машин и компрессоров, используемых в технологических процессах бурения, при строительстве скважин, добыче, подготовке и транспорте углеводородов, и рассматривать возможные варианты по решению поставленной задачи (У1)</p>
		<p>Владеет необходимыми методами формирования собственных суждений и оценкой последствий возможных решений задачи при эксплуатации гидравлических машин и компрессоров, используемых в технологических процессах бурения, при строительстве скважин, добыче, подготовке и транспорте углеводородов (В1)</p>
<p>ОПК-5. Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, проводить патентный анализ и трансфер технологий</p>	<p>ОПК-5.2. Осуществляет поиск необходимой информации, анализирует и отбирает её, организывает, преобразовывает, сохраняет и передает информацию, используя имеющееся оборудование, приборы и материалы</p>	<p>Знает технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве (З2)</p>
		<p>Умеет самостоятельно искать, анализировать и отбирать необходимую информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее, используя имеющееся оборудование, приборы и материалы (У2)</p>
		<p>Владеет навыками разработки инновационных подходов в конкретных технологиях (В2)</p>
<p>ОПК-7. Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизировать и обобщать достижения в области физических процессов горного и нефтегазового производства.</p>	<p>ОПК-7.1. Ориентируется в принципах информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>Знает принципы информационно-коммуникационных технологий и основные требования информационной безопасности (З3)</p>
		<p>Умеет решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности (У3)</p>
		<p>Владеет навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе современных информационных технологий и с учетом требований информационной безопасности (В3)</p>

#### 4 Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
очная	3/6	32	16	16	80	экзамен
заочная	4/7	6	6	4	128	экзамен

#### 5 Структура и содержание дисциплины

##### 5.1. Структура дисциплины

##### очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	Гидравлические машины	4	4	2	3	13	УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-7.1	Вопросы для письменного опроса
2	2	Динамические насосы. Классификация центробежных насосов по конструктивным признакам	4	2	2	3	11	УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-7.1	Задачи, вопросы для письменного опроса
3	3	Гидромеханика центробежного насоса	4	4	2	3	13	УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-7.1	Задачи, вопросы для письменного опроса
4	4	Характеристики лопастных насосов	4	4	2	4	14	УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-7.1	Задачи, вопросы для письменного опроса, темы докладов
5	5	Возвратно-поступательные насосы	4	2	2	4	12	УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-7.1	Задачи, вопросы для письменного опроса, темы докладов
6	6	Компрессоры	4	-	2	4	10	УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-7.1	Протоколы лабораторных работ, вопросы для письменного опроса, темы докладов

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	7	Основные элементы компрессора	4	-	2	4	10	УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-7.1	Протоколы лабораторных работ, вопросы для письменного опроса, темы докладов
8	8	Вспомогательные элементы компрессора	4	-	2	4	10	УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-7.1	Задачи, вопросы для письменного опроса, темы докладов
9	Текущие аттестации		-	-	-	15	15	УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-7.1	Аттестационные вопросы
10	Экзамен		-	-	-	36	36	УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-7.1	Вопросы к экзамену
Итого:			32	16	16	80	144	X	X

### заочная форма обучения (ЗФО)

Таблица 5.1.2

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	Гидравлические машины	1	1	0,5	14	16,5	УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-7.1	Вопросы для письменного опроса
2	2	Динамические насосы. Классификация центробежных насосов по конструктивным признакам	1	1	0,5	15	17,5	УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-7.1	Задачи, вопросы для письменного опроса
3	3	Гидромеханика центробежного насоса	0,5	1	0,5	15	17	УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-7.1	Задачи, вопросы для письменного опроса
4	4	Характеристики лопастных насосов	1	2	0,5	15	18,5	УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-7.1	Задачи, вопросы для письменного опроса, темы докладов
5	5	Возвратно-поступательные насосы	1	1	0,5	15	17,5	УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-7.1	Задачи, вопросы для письменного опроса, темы докладов

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	6	Компрессоры	0,5	-	0,5	15	16	УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-7.1	Протоколы лабораторных работ, вопросы для письменного опроса, темы докладов
7	7	Основные элементы компрессора	0,5	-	0,5	15	16	УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-7.1	Протоколы лабораторных работ, вопросы для письменного опроса, темы докладов
8	8	Вспомогательные элементы компрессора	0,5	-	0,5	15	16	УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-7.1	Задачи, вопросы для письменного опроса, темы докладов
9	Экзамен		-	-	-	9	9	УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-7.1	Вопросы к экзамену
Итого:			6	6	4	128	144	X	X

### **очно-заочная форма обучения (ОЗФО)**

Не реализуется.

#### **5.2. Содержание дисциплины.**

##### **5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).**

###### **Раздел 1. «Гидравлические машины».**

Классификация проточных машин. Баланс работ в проточной машине. Различные выражения подачи единичной полезной работы в насосе. Мощность и к.п.д. насоса. Виды насосов (по общим конструктивным признакам).

Раздел 2. «Динамические насосы. Классификация центробежных насосов по конструктивным признакам».

Конструктивная схема центробежных насосов. Принцип действия центробежных насосов. Конструкции рабочих колес насосов. Разновидности насосов по способу размещения их рабочего колеса на валу насоса. Разновидности корпуса центробежных насосов. Конструкции концевых уплотнений насосов. Способы разгрузки ротора насоса от осевых сил гидродинамического происхождения

###### **Раздел 3. «Гидромеханика центробежного насоса».**

Геометрические элементы лопастного аппарата. Движение жидкости в лопастном колесе. Планы скоростей и их изменение с расходом жидкости. Режимы работы насоса. Мощность и к.п.д. Потери мощности в насосе.

###### **Раздел 4. «Характеристики лопастных насосов».**

Характеристика насоса для воды. Относительная характеристика. Уравнение Эйлера. Пересчет характеристики насоса по вязкости жидкости. Безразмерная характеристика серии

насосов. Безразмерные комплексы. Принципы гидродинамического подобия в лопастных насосах. Формулы подобия, их применение для построения характеристики насоса при изменении частоты вращения и размеров насоса. Универсальная характеристика. Параметры оптимального режима для серии насосов. Коэффициент быстроходности как классификатор типов лопастных насосов.

Раздел 5. «Возвратно-поступательные насосы».

Рабочий объем и средняя подача насоса. Коэффициент подачи и влияющие на него факторы. Неравномерность всасывания и нагнетания у кривошипных насосов различных типов. Индикаторная диаграмма как средство диагностики и исследования насосов. Среднее индикаторное давление и индикаторная мощность. Потери мощности и к.п.д. Характеристика объемного насоса

Раздел 6 «Компрессоры»

Роль компрессора в нефтедобывающей промышленности. Технологические процессы добычи нефти и газа с использованием гидравлических и пневматических машин. Компрессоры как основа автоматизации и роботизации производственных процессов на нефтяных промыслах. Стандартные условные обозначения на гидросхемах. Типовые схемы компрессоров. Классификация компрессоров.

Раздел 7. «Основные элементы компрессора»

Насосы и компрессоры, применяемые в технологических процессах добычи нефти и газа. Отличительные особенности пневмодвигателей от компрессоров. Силовые и моментные гидроцилиндры. Основные расчетные показатели, прочностные расчеты. Телескопические гидро- и пневмоцилиндры.

Раздел 8 «Вспомогательные элементы компрессора».

Гидроаппаратура. Классификация гидроаппаратов, Устройство и принцип действия регуляторов давления, регуляторов расхода, распределителей потока. Вспомогательные устройства: кондиционеры, гидроемкости, гидроаккумуляторы, гидролинии. Особенности эксплуатации гидромашин и компрессоров в условиях низких температур.

5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

### Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	2	3	4	5	6
1	1	4	1	-	Гидравлические машины
2	2	4	1	-	Классификация центробежных насосов по конструктивным признакам
3	3	4	0,5	-	Гидромеханика центробежного насоса
4	4	4	1	-	Характеристики лопастных насосов
5	5	4	1	-	Возвратно-поступательные насосы
6	6	4	0,5	-	Компрессор
7	7	4	0,5	-	Основные элементы компрессора
8	8	4	0,5	-	Вспомогательные элементы компрессора
Итого:		32	6	X	X



## Практические занятия

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема практического занятия
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	2	3	4	5	6
1	1	4	1	-	Вычисление основных параметров насоса. Влияние сопротивлений и утечек на основные параметры насоса
2	2	2	1	-	Вычисление скоростей частиц потока в области рабочего колеса
3	3	4	1	-	Применение уравнения Эйлера для оценки напора. Подобие насосов. Расчет коэффициента быстроходности
4	4	4	2	-	Расчет индикаторного давления поршневого насоса. Расчет индикаторной мощности поршневого насоса
5	5	2	1	-	Расчет и обоснование схемы гидропередачи
Итого:		16	6	X	X

## Лабораторные работы

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Наименование лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	2	3	4	5	6
1	1	2	0,5	-	Классификация центробежных насосов по конструктивным признакам
2	2	2	0,5	-	Испытание одноступенчатого центробежного насоса
3	3	2	0,5	-	Испытание насоса ЦНС
4	4	2	0,5	-	Центробежные насосы типа Д
5	5	2	0,5	-	Поршневые насосы простого действия
6	6	2	0,5	-	Поршневые насосы двойного действия
7	7	2	0,5	-	Испытание трехплунжерного насоса. Шестеренные насосы
8	8	2	0,5	-	Компрессоры
Итого:		16	4	X	X

## Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.4

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОЗФО		
1	2	3	4	5	6	7
1	1	3	14	-	Гидравлические машины	Подготовка к письменному опросу
2	2	3	15	-	Классификация центробежных насосов по конструктивным признакам	Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам, письменному опросу
3	3	3	15	-	Гидромеханика	Подготовка к

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОЗФО		
1	2	3	4	5	6	7
					центробежного насоса	практическим занятиям и лабораторным работам, письменному опросу
4	4	4	15	-	Характеристики лопастных насосов	Подготовка к практическим занятиям, письменному опросу и к презентации доклада
5	5	4	15	-	Возвратно-поступательные насосы	Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам, письменному опросу
6	6	4	15	-	Компрессор	Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам, письменному опросу
7	7	4	15	-	Основные элементы компрессора	Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам, письменному опросу
8	8	4	15	-	Вспомогательные элементы компрессора	Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам, письменному опросу
9	1-8	15	-	-	-	Подготовка к текущим аттестациям
10	1-8	36	9			Подготовка к экзамену
Итого:		80	128	X	X	X

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- работа в малых группах (лабораторные занятия);
- разбор практических ситуаций (лабораторные занятия).

## **6 Тематика курсовых работ/проектов**

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.

## **7 Контрольные работы**

### ***Контрольная работа № 1***

**Задание 1.** Центробежный насос, характеристика которого дана в табл. 3.1.1 откачивает воду из артезианской скважины в резервуар, в котором поддерживается постоянный уровень  $H$  (рис.3.1,а). Длины трубопроводов: всасывающего –  $l_1$ , нагнетательного –  $l_2$ ; диаметры соответственно –  $d_1$  и  $d_2$

При работе с постоянным числом оборотов  $n$  определить:

1. Глубину  $h$ , на которой установится уровень воды в скважине, если ее дебит

составляет  $Q$  ?

2. Наименьшее число оборотов насоса, которое обеспечит отсутствие переполнения скважины при заданном дебите.

При расчетах принять коэффициенты гидравлического трения и суммарные коэффициенты местных сопротивлений для всасывающего и нагнетательного трубопроводов равными соответственно:  $\lambda_1 = 0,02$  и  $\lambda_2 = 0,025$ ;  $\sum \xi_1 = 4$  и  $\sum \xi_2 = 6$ . Данные для решения задачи выбрать по таблице 7.1.2.

Таблица 7.1.1.

$Q$ , л/с	0	2	4	6	8	10	12	14	16
$H$ , м	22	20,5	20,6	20,2	21,5	20	18	15	11

Таблица 7.1.2.

Вариант	$H$ , м	$Q$ , л/с	$l_1$ , м	$l_2$ , м	$d_1$ , мм	$d_2$ , мм	$n$ , об/мин
0	12	6	10	10	75	50	1450
1	10	8	8	12	100	75	1450
2	8	10	6	16	100	75	950
3	16	4	10	12	75	50	950
4	14	6	8	14	75	50	750
5	12	8	6	20	100	75	750
6	10	14	8	18	150	100	1950
7	8	12	10	16	150	100	2950
8	6	10	12	14	100	75	1450
9	12	8	20	10	100	75	750

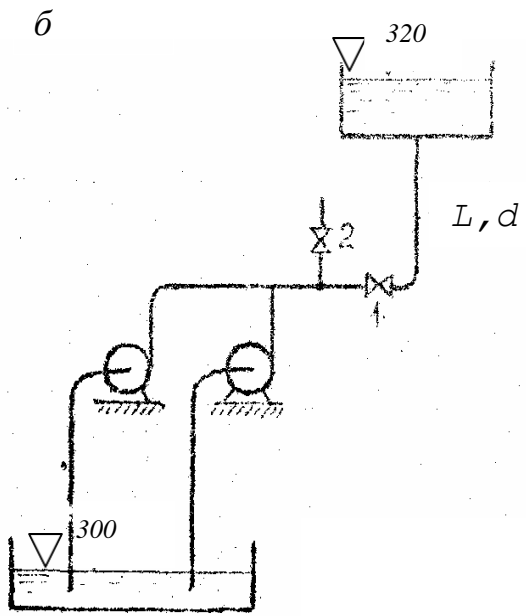
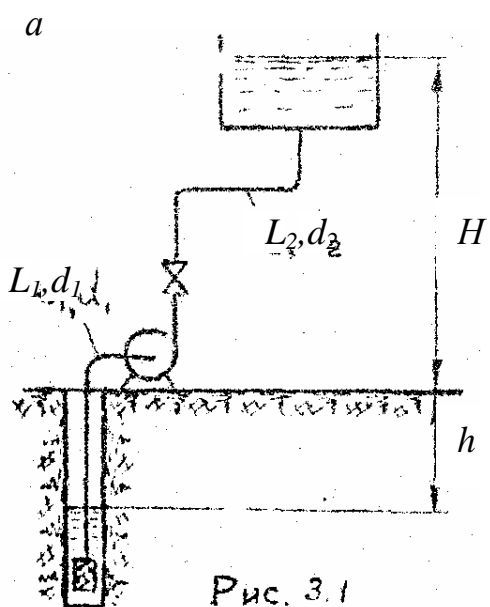


Рис. 7.1.

**Задание 2.** Центробежная установка (рис.7.1, б ), состоящая из двух одинаковых насосов, характеристика каждого из которых дана в табл.3.2.1. забирая воду из водоема с

относительной отметкой уровня +300 м питает резервуар с отметкой +320 м. Длина напорного трубопровода  $l$ , а его диаметр  $d$ . В случае переполнения резервуара установка работает на аварийный водопровод (автоматически закрывается задвижка 1 и открывается задвижка 2) и должна обеспечить расход  $Q_A$  при напоре на станции  $H_A$ .

При расчетах принять коэффициент гидравлического трения  $\lambda = 0,02$ , а местные потери и общие потери во всасывающих и соединительных трубах принять равным 10% от потерь по длине в нагнетательном трубопроводе. Частота вращения вала насоса  $n$ , об/мин.

Требуется:

1. Сделать трубопроводную обвязку насосной станции на случай последовательной работы насосов и каждого из них самостоятельно на напорный трубопровод.
2. Построить характеристику мощности насоса
3. Определить подачу насосной станции при параллельной и последовательной совместной работа насосов на резервуар при заданной частоте вращения вала.
4. Сравнить какое соединение насосов - параллельное или последовательное - выгоднее при работе с заданным числом оборотов на резервуар?
5. Выяснить, сможет ли один насос при заданном числе оборотов вала удовлетворить требованиям работы на аварийный водопровод и если нет, то как должны работать насосы в этом случае - параллельно или последовательно?
6. Какое должно быть число оборотов вала насоса, чтобы он один удовлетворил требованиям работы на аварийный трубопровод?

Данные для решения задачи выбрать по табл. 7.2.2.

Таблица 7.2.1

Характеристика насоса

$Q$ , л/с	0	2	4	6	8	10
$H$ , м	37,5	39	36	29	30	10
$\eta$ , %	0	55	63	68	64	49
$N$ , кВт						

Таблица 7.2.2.

Вариант	$l$ , м	$d$ , мм	$Q_A$ , л/с	$H_A$ , м	$n$ , об/мин
0	2200	150	8	35	1600
1	2000	150	7	40	1600
2	1500	100	6	50	1450
3	1200	130	10	30	750
4	1000	50	16	10	2950
5	1200	50	14	20	2950
6	1500	75	12	30	750
7	1800	75	10	20	950
8	1600	100	8	40	1450
9	1000	50	8	36	2950

**Задание 3.** Объемный насос подает смазочное масло, имеющее относительную плотность  $\delta = 0,8$  и кинематическую вязкость  $\nu$  кподшипникам коленчатого вала по си-

стеме трубок, состоящей из пяти одинаковых участков, каждый из которых длиной  $l_1 = 0,5$  м и диаметром  $d_1$ . Магистральный маслопровод в системе трубок имеет длину 2 м и диаметр  $d$  (рис.7.2, а).

Давление на выходе из трубок в подшипники считать одинаковыми и равными 0,1 МПа. Местными потерями и скоростными напорами пренебречь. Каждый из подшипников должен получать смазочного масла не менее  $Q_n$

Определить: 1. Подачу объемного насоса.

2. Давление, развиваемое насосом, приняв его характеристику в координатах  $Q - H_H$  вертикальной прямой.

3. Мощность на валу насоса, если его к.п.д. равен 0,8.

Данные для решения задачи представлены в табл.7.3

Таблица 7.3.

Вариант	$v$ , сСт	$d_1$ , мм	$d$ , мм	$Q_n$ , см <sup>3</sup> /с
0	6	4	4	8
1	8	4	6	10
2	10	6	6	16
3	12	6	8	20
4	14	8	10	22
5	16	8	10	24
6	18	10	12	30
7	20	10	12	32
8	22	10	12	36
9	8	4	6	12

**Задание 4.** Для подъема груза массой  $G$  со скоростью  $V$  используются два одинаковых параллельно работающих силовых гидроцилиндра диаметром  $D$  (рис.7.2, б). Расстояние между осями гидроцилиндров  $l$ .

При укладке груза его центр тяжести может смещаться от среднего положения на  $a = 0,25$  м. Для предотвращения перекашивания груза используют регулируемые дроссели, установленные к каждому из гидроцилиндров.

Диаметр напорного трубопровода равен 12 мм, плотность рабочей жидкости  $\rho = 180$  кг/м<sup>3</sup>.

Пренебрегая потерями напора по длине трубопровода, трением и утечками в гидроцилиндрах, определить:

1. Каким должен быть коэффициент сопротивлений одного из дросселей, чтобы груз поднимался без перекашивания? Считать при этом, что второй дроссель открыт полностью и его коэффициент сопротивления равен нулю.

2. Подачу и давление, развиваемые при этом.

Данные для задачи представлены в таблице 7.4.

Таблица 7.4.

Вариант	$G$ , кг.	$V$ , м/с	$D$ , мм	$l$ , м
0	10000	0,1	80	4
1	12000	0,08	100	5
2	16000	0,06	120	4
3	18000	0,04	120	5
4	20000	0,04	140	4

5	10000	0,15	100	8
6	12000	0,14	90	7
7	14000	0,12	80	6
8	16000	0,1	100	5
9	8000	0,2	100	8

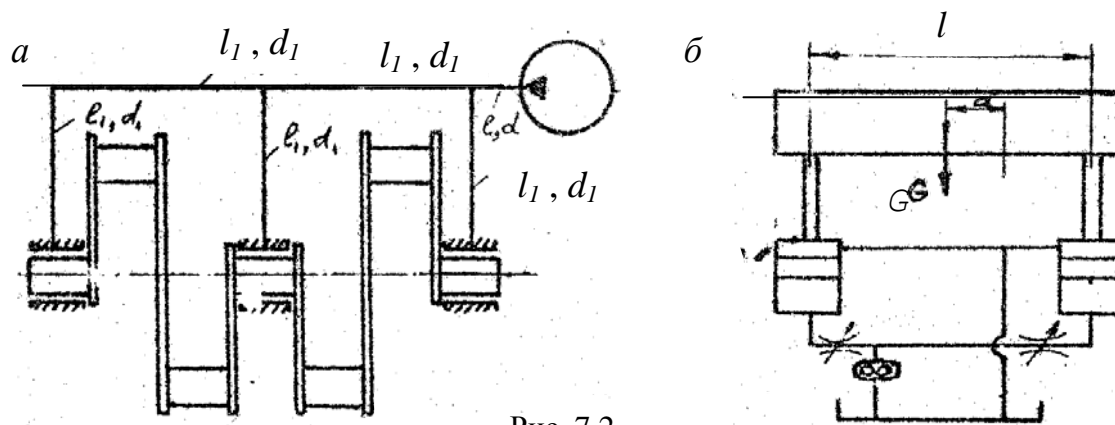


Рис. 7.2.

### Контрольная работа № 2.

**Задание 1.** При расходе воды  $Q$  на тормозном режиме турбина имеет вращающий момент  $M_0$  и перепад давления  $\Delta p_0$ , а на холостом – частоту вращения вала  $n_x$  и перепад давления  $\Delta p_x$

Числовые значения к заданию представлены в таблице 7.5.

Требуется:

1. Построить характеристику турбины для заданного расхода (считать линии давления и вращающего момента - прямыми).

2. По нескольким точкам, представляющим режим турбины, построить характеристику турбины, снабженную перепускным клапаном ограничивающим перепад давления в турбине  $\Delta p_{кл}$ , исходя из условия, что любой режим турбины характеризуется определенными значениями

безразмерных комплексов  $n'_m, n_a, n'_n$

Комплексная характеристика турбины должна включать кривые изменения  $M, \Delta p, N, Q, \eta$  в зависимости от частоты вращения вала  $n$ .

3. Свести в таблицу показатели экстремального режима для двух рассмотренных случаев.

Таблица 7.5.

Показатели	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q$ , л/с	20	25	30	32	34	37	28	26	24	22
$M_0$ , кНм	2,65	2,95	3,04	3,1	3,15	3,17	3	2,9	2,8	2,7
$\Delta p$ , МПа	2	3	3,6	3,5	3,4	3,2	3	2,8	2,6	2,6
$n_x$ , об/мин	950	980	1030	1060	1100	1180	990	980	970	960
$\Delta p_x$ , МПа	8	9	10	10	9	8,5	9	9,5	10	9,5

$\Delta p_{кл}$ , МПа	4	4,4	4,8	4,3	4,5	4,3	4,2	4,1	4	4
-----------------------	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	---

**Задание 2.** По исходным данным (табл.7.6) для турбины турбобура: расход жидкости  $G$ , плотность жидкости  $\rho$ , диаметр турбины  $D$ , относительная длина лопастей  $l/D$ , частота вращения при безударном режиме  $n_b$ , коэффициент активности  $m_a$ , выходной угол  $\alpha_{1л} = 30^\circ$ , вращающий момент турбины  $M_k$ .

Необходимо:

1. Построить полигон скоростей для безударного режима;
2. Сделать эскиз турбинной решетки, принимая направление средневекторной скорости по хорде профиля лопасти;
3. Определить коэффициент циркуляции;
4. Вычислить вращающий момент в ступени и необходимое числоступеней.

Таблица 7.6.

Данные	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q$ , л/с	20	24	28	32	36	40	44	48	50	22
$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	1200	1200	1200	1200	1200	1000	1000	1000	1000	1000
$D$ , мм	117	117	140	140	180	250	180	200	200	117
$l/D$	0,12	0,14	0,14	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,12
$n_\sigma$ об/мин	500	540	600	640	700	700	660	640	700	520
$m_a$	0,7	0,6	0,55	0,52	0,54	0,56	0,58	0,6	0,55	0,7
$M_k$ кНм	0,6	1	1,4	3	3,4	4	3,4	3,6	3,8	0,6

**Задание 3.** Одноступенчатый поршневой компрессор всасывает в единицу времени  $V$  воздуха при температуре  $t$ , °С и при давлении 0,1 МПа.

Определить:

1. Предельное значение давления, до которого можно сжимать воздух, если относительная величина вредного объема компрессора равна  $a$ ;
2. Температуру воздуха в конце политропного сжатия при предельных значениях давления.
3. Теоретическую мощность привода для изотермического, адиабатного и политропного сжатия с показателем политропы  $n$  при предельном конечном давлении.

Данные к задаче представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7.

Показатели	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$V$ , м <sup>3</sup> /ч	420	360	320	240	180	420	480	540	460	360
$t$ , °С	0	13	17	23	30	33	37	43	47	27
$a$ , %	3	6	9	10	8	12	14	15	5	8
$n$	1,2	1,3	1,1	1,4	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4	1,3

**Задание 4.** Поршневой компрессор производительностью  $Q$  сжимает воздух от давления 0,1 МПа до давления  $P$ . Сжатие воздуха, начальная температура которого равна  $t$ , происходит по политропе с показателем 1,3. Средние потери давления между ступенями принять равными 5 %. Механический к.п.д. компрессора - 0,8.

Требуется:

1. Обосновать число ступеней компрессора, определить температуру воздуха в конце сжатия при наличии промежуточных холодильников сполным отводом образовавшегося при сжатии тепла и без охлаждения.
2. Рассчитать мощность на валу компрессора при наличии промежуточных холодильников.
3. Нарисовать возможные схемы данного компрессора. Данные для решения задачи взять из табл.3.8.

Таблица 3.8.

Показатели	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$Q$ , м <sup>3</sup> /ч	600	420	360	300	240	180	240	300	420	540
$P$ , МПа	0,6	1,2	1,8	3,6	6	15	8	10	12	16
$t$ , С <sup>0</sup>	10	20	30	40	30	20	10	50	40	30

## 8 Оценка результатов освоения дисциплины/модуля

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1	2	3
1 текущая аттестация		
1.1	Сдача лабораторных работ по разделам 1,2,3	7
1.2	Письменный опрос по разделам 1-3 дисциплины	15
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	22
2 текущая аттестация		
2.1	Сдача лабораторных работ по разделам 4-6	18
2.2	Письменный опрос по разделам 4-6 дисциплины	10
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	28
3 текущая аттестация		
3.1	Сдача лабораторных работ по разделам 7-8	10
3.2	Презентация доклада	10
3.3	Письменный опрос по разделу 7-8 дисциплины	30
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	50
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>



## 9 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- ЭБС «Издательства Лань»;
- ЭБС «Электронного издательства ЮРАЙТ»;
- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ;
- Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU»;
- ЭБС «IPRbooks»;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа имени И.М.

Губкина;

- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ (г. Уфа);
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГТУ (г. Ухта);
- ЭБС «Проспект»;
- ЭБС «Консультант студент»;

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

1. Microsoft Office Professional Plus;
2. Microsoft Windows;

## 10 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

### Обеспеченность материально-технических условий реализации ОПОП ВО

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	Гидромашины и компрессоры	Лекционные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации, №217, Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте – 1 шт., проектор – 1 шт., экран – 1 шт.	625039, Тюменская область, г.Тюмень, ул. Мельникайте, 72
		Лабораторные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации, №103, Учебная лаборатория «Гидравлические машины и компрессоры» Учебная мебель: Учебные столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте – 1 шт. Стеллаж - 4 шт., шкаф архивный - 1 шт.,	625027, Тюменская область, г.Тюмень, ул. 50 лет Октября, д.38

	<p>телевизор - 1 шт., стенд для испытания центробежных насосов с различными схемами соединения - 1 шт.; стенд для гидравлических испытаний - 1 шт.; стенд для испытания компрессоров - 1 шт.; стенд механического регулирования уровня жидкости - 1 шт.; - стенд регулирования уровня жидкости с пневматическим командным управлением - 1 шт.; - стенд для испытания ступеней ЭЦН - 1 шт.; - стенд для испытания трехцилиндрового плунжерного насоса простого действия - 1 шт.; - стенд для испытания двухцилиндрового поршневого насоса двухстороннего действия - 1 шт.; - стенд для совместной работы центробежных насосов - 1 шт.; стенд для испытаний гидропривода - 1 шт.; - стенд по определению мощности центробежного насоса при помощи мотор весов - 1 шт.; - стенд для испытаний шибера компрессора - 1 шт.;</p> <p>- центробежный насос - 1 шт.; - буровой поршневой насос - 1 шт.; - плунжерный насос - Электронасос УЭДН5-4-1600 ВП05 10000 - 1 шт.; - установка слесарная - 1 шт.; Натурные образцы оборудования - 1 шт.; - насос ЦН61Г - 1 шт.; - насос вихревой консольный - 1 шт.; - насос РЗ-30 (роторный зубчатый) - 1 шт.; - центробежный насос 2КШ - 1 шт.; - кулачковый насос 2КШ - 1 шт.;</p> <p>- кулачковый насос шестицилиндровый - 1 шт.; - кривошипно-шатунный дозировочный насос ДМ - 1 шт.; - пластинчатый насос - 1 шт.; - аксиальный роторный насос с наклонным блоком - 1 шт.; - аксиальный роторный поршневой насос с наклонным диском - 1 шт.; - шестеренный насос - 1 шт.; - комплект рабочих колес центробежных насосов разных размеров - 1 шт.; - элементы турбобура - 1 шт.; - направляющие аппараты ЭЦН, ЦНС - 1 шт.; - центробежное вихревое колесо - 1 шт.; - клапаны и седла поршневых насосов - 1 шт.; - винт с обоймой винтового насоса Муано - 1 шт.; - силовой гидроцилиндр - 1 шт.; - винтовой забойный двигатель - 1 шт.; - ротор центробежного насоса двухстороннего действия - 1 шт.; - скважинный насос для воды ЭЦН - 1 шт.; - поршень со штоками - 1 шт.; - насос ЭЦНМ (односекционный) - 1 шт.; - блок распределителей четырехлинейных двухпозиционных - 1 шт.; - распределитель с электромагнитным управлением - 1 шт.; - распределитель с гидравлическим управлением - 1 шт.; - турбины турбобура - 1 шт.</p>	
	<p>Практические занятия: Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации, №217, Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте – 1 шт., проектор – 1 шт., экран – 1 шт.</p>	<p>625039, Тюменская область, г.Тюмень, ул. Мельникайте, 72</p>

**Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания**

Дисциплина Гидромашины и компрессоры

Код, специальность 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

Направленность

Технология бурения нефтяных и газовых скважин

Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

Магистральные трубопроводы и газонефтехранилища

Машины и оборудование нефтегазовых промыслов

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Знает методику постановки задачи и ее основные составляющие (31)	Не знает методику постановки задачи и ее основные составляющие	Демонстрирует отдельные знания по методике постановки задачи и ее основным составляющим	Демонстрирует достаточные знания по методике постановки задачи и ее основным составляющим	Демонстрирует исчерпывающие знания по методике постановки задачи и ее основным составляющим
	Умеет находить и критически анализировать информацию о конструкциях, устройстве гидравлических машин и компрессоров, используемых в технологических процессах бурения, при строительстве скважин, добыче, подготовке и транспорте углеводородов, и рассматривать возможные варианты по решению поставленной задачи (У1)	Не умеет находить и критически анализировать информацию о конструкциях, устройстве гидравлических машин и компрессоров, используемых в технологических процессах бурения, при строительстве скважин, добыче, подготовке и транспорте углеводородов, и рассматривать возможные варианты по решению поставленной задачи	Умеет находить и критически анализировать информацию о конструкциях, устройстве гидравлических машин и компрессоров, используемых в технологических процессах бурения, при строительстве скважин, добыче, подготовке и транспорте углеводородов, и рассматривать возможные варианты по решению поставленной задачи, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет находить и критически анализировать информацию о конструкциях, устройстве гидравлических машин и компрессоров, используемых в технологических процессах бурения, при строительстве скважин, добыче, подготовке и транспорте углеводородов, и рассматривать возможные варианты по решению поставленной задачи, допуская незначительные неточности	В совершенстве умеет находить и критически анализировать информацию о конструкциях, устройстве гидравлических машин и компрессоров, используемых в технологических процессах бурения, при строительстве скважин, добыче, подготовке и транспорте углеводородов, и рассматривать возможные варианты по решению поставленной задачи

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
	Владеет необходимыми методами формирования собственных суждений и оценкой последствий возможных решений задачи при эксплуатации гидравлических машин и компрессоров, используемых в технологических процессах бурения, при строительстве скважин, добыче, подготовке и транспорте углеводородов (В1)	Не владеет необходимыми методами формирования собственных суждений и оценкой последствий возможных решений задачи при эксплуатации гидравлических машин и компрессоров, используемых в технологических процессах бурения, при строительстве скважин, добыче, подготовке и транспорте углеводородов	Владеет необходимыми методами формирования собственных суждений и оценкой последствий возможных решений задачи при эксплуатации гидравлических машин и компрессоров, используемых в технологических процессах бурения, при строительстве скважин, добыче, подготовке и транспорте углеводородов, допуская ряд ошибок	Хорошо владеет необходимыми методами формирования собственных суждений и оценкой последствий возможных решений задачи при эксплуатации гидравлических машин и компрессоров, используемых в технологических процессах бурения, при строительстве скважин, добыче, подготовке и транспорте углеводородов, допуская незначительные ошибки	В совершенстве владеет необходимыми методами формирования собственных суждений и оценкой последствий возможных решений задачи при эксплуатации гидравлических машин и компрессоров, используемых в технологических процессах бурения, при строительстве скважин, добыче, подготовке и транспорте углеводородов
ОПК-5. Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности, проводить патентный анализ и трансфер технологий	Знает технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве (32)	Не знает технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве	Демонстрирует отдельные знания по технологии проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве	Демонстрирует достаточные знания по технологии проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве	Демонстрирует исчерпывающие знания по технологии проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве
	Умеет самостоятельно искать, анализировать и отбирать необходимую информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее, используя имеющееся оборудование, приборы и материалы (У2)	Не умеет самостоятельно искать, анализировать и отбирать необходимую информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее, используя имеющееся оборудование, приборы и материалы	Умеет самостоятельно искать, анализировать и отбирать необходимую информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее, используя имеющееся оборудование, приборы и материалы, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет самостоятельно искать, анализировать и отбирать необходимую информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее, используя имеющееся оборудование, приборы и материалы, допуская незначительные неточности	В совершенстве умеет самостоятельно искать, анализировать и отбирать необходимую информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее, используя имеющееся оборудование, приборы и материалы

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
1	2	3	4	5	6
	Владеет навыками разработки инновационных подходов в конкретных технологиях (B2)	Не владеет навыками разработки инновационных подходов в конкретных технологиях	Владеет навыками разработки инновационных подходов в конкретных технологиях, допуская значительные ошибки	Хорошо владеет навыками разработки инновационных подходов в конкретных технологиях	В совершенстве владеет навыками разработки инновационных подходов в конкретных технологиях
ОПК-7. Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области физических процессов горного и нефтегазового производства.	Знает принципы информационно-коммуникационных технологий и основные требования информационной безопасности (33)	Не знает принципы информационно-коммуникационных технологий и основные требования информационной безопасности	Демонстрирует отдельные знания принципов информационно-коммуникационных технологий и основных требований информационной безопасности	Демонстрирует достаточные знания принципов информационно-коммуникационных технологий и основных требований информационной безопасности	Демонстрирует исчерпывающие знания принципов информационно-коммуникационных технологий и основных требований информационной безопасности
	Умеет решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности (У3)	Не умеет решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности	Умеет решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности, допуская значительные неточности и погрешности	Умеет решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности, допуская незначительные неточности	В совершенстве умеет решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением современных технологий и требований информационной безопасности
	Владеет навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе современных информационных технологий и с учетом требований информационной безопасности (B3)	Не владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности бурового оборудования	Владеет осуществления технического контроля состояния и работоспособности бурового оборудования	Хорошо владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности бурового оборудования	В совершенстве владеет навыками осуществления технического контроля состояния и работоспособности бурового оборудования

**КАРТА**  
**обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина Гидромашины и компрессоры

Код, специальность 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

Направленность

Технология бурения нефтяных и газовых скважин

Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

Магистральные трубопроводы и газонефтехранилища

Машины и оборудование нефтегазовых промыслов

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т. В. Артемьева [и др.] ; ред. С. П. Стесин. - 4-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - М. : Академия, 2008. 335с.	17	30	100	-
2	Двинин, Анатолий Алексеевич. Типовые центробежные насосы в нефтяной промышленности : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 130602 "Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов" направления подготовки специалистов 130600 "Оборудование и агрегаты нефтегазового производства" / А. А. Двинин, А. А. Безус ; ТюмГНГУ. - Тюмень :ТюмГНГУ, 2010. - 232 с.	47+ЭР	30	100	+
3	Насосы и компрессоры [Текст] : курс лекций : учебное пособие / В. В. Соловьев, Д. Г. Селиванов ; УГТУ. - Ухта: УГТУ, 2011. - 66 с <a href="http://lib.ugtu.net/book/16062">http://lib.ugtu.net/book/16062</a> .	ЭР	30	100	+