

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Невинномысский технологический институт» (филиал) СКФУ



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
по выполнению лабораторных работ  
по дисциплине  
«Направления развития технического контроля и испытаний  
технологического оборудования»

Направление подготовки/специальность      15.04.02 Технологические машины  
и оборудование

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями ФГОС ВО и рабочей программы дисциплины «Направления развития технического контроля и испытаний технологического оборудования». Указания предназначены для студентов направления подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование.

Содержат основные разделы изучаемого теоретического материала, перечень вопросов необходимых для проработки, а также список рекомендуемой литературы.

Составители

Е.В. Вернигорова, ст. преподаватель

Отв. редактор

А.И. Свидченко, канд. техн. наук, доцент.

## Содержание

Введение.....	4
Лабораторная работа №1. Алгоритм диагностирования машин и оборудования.....	5
Лабораторная работа №2. Патентные исследования по объекту – методы и средства технической диагностики.....	6
Лабораторная работа №3. Диагностика гидропривода возвратно-поступательного действия.....	9
Лабораторная работа №4. Диагностика гидропривода с регулируемым насосом.....	18
Лабораторная работа №5. Диагностика гидрораспределителя.....	24
Список используемых источников.....	31

## Введение

Диагностика технического состояния и рабочих параметров технологических машин и оборудования направлена на решение ряда актуальных задач:

- проверку работоспособности машины в целом и ее составных частей;
- поиск дефектов;
- сбор и анализ данных для оценки и прогнозирования остаточного ресурса работы;
- контроль технического состояния узлов и агрегатов для регламентации периодичности технического обслуживания и ремонта.

Диагностика систем технологических машин и оборудования включает в себя: оценку степени изношенности узлов и целесообразность их ремонта или замены; выявление и устранение неисправности; предотвращение поломки и повреждения механизмов, входящих в систему; минимизация финансовых потерь, связанных с простоями техники из-за возможных неисправностей.

Конечной целью при этом ставится повышение эффективности работы, ремонтов и технического обслуживания за счет сокращения времени unplanned простоев машин.

Общие тенденции дальнейшего развития и совершенствования методологии испытаний и диагностики технологических машин и оборудования заключаются в следующих основных направлениях: унификация и универсализация метрологического обеспечения, включая схемы установки датчиков и формулы для вычисления различных параметров машин и отдельных узлов и агрегатов; повышение точности измерений диагностируемых параметров; применение приборов, работающих в ультразвуковом диапазоне, для неразрушающего контроля состояния элементов конструкции; использование пакетов автоматизированной обработки данных на компьютере.

В учебно-методическом пособии вопросы общепринятых представлений по диагностике машин рассмотрены, прежде всего, с точки зрения решения практических задач.

## Лабораторная работа №1.

### АЛГОРИТМ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

**Цель работы:** изучить вопросы технической диагностики, выполняемой для оценки технического состояния систем технологических машин и оборудования в целом.

**Задачи:** овладеть навыками выбора методов и средств, применяемых для диагностирования систем технологических машин, назначения диагностируемых параметров и разработки алгоритма диагностирования; получить опыт обоснования выбора диагностического оборудования.

**Оборудование и материалы:** персональный компьютер с подключением к сети «Интернет», USB Flash Drive, руководства по эксплуатации машин и оборудования.

#### Порядок выполнения работы

1. Ставьте технологическую схему выявления неисправностей машин указанных в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Номер варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Наименование машины	автогрейдер	экскаватор	бульдозер	асфальтоукладчик	грунторез	автопогрузчик	скрепер	каток дорожный	автокран	фреза дорожная

2. Проведите диагностирование системы (электрической, гидравлической, ДВС и т. п.) по выбору студента, согласно варианту и машине указанной в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Возможная неисправность	Причина возникновения	Способ устранения	Применяемое диагностическое оборудование

3. Разработайте алгоритм диагностирования.

4. Определите виды оборудования, которое необходимо для

проведения диагностических операций систем машин.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое диагностика, и для каких целей её проводят?
2. Какие системы технологических машин и оборудования чаще всего должны подвергаться технической диагностике?
3. Какие методы применяют для оценки технического состояния машин и оборудования?
4. Назовите основные виды оборудования, применяемые при диагностике.

### **Лабораторная работа № 2.**

#### **ПАТЕНТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОБЪЕКТУ – МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ**

**Цель работы:** получить знания и навыки проведения исследования технического уровня и тенденций развития методов и средств диагностирования гидроприводов технологических машин и оборудования автодорожного комплекса на основе патентной и другой информации.

**Задачи:** овладеть навыками составления описания на изобретение средства измерения, формулы изобретения, ориентации в классификации изобретений для проведения патентного поиска при решении технической задачи.

**Оборудование и материалы:** персональный компьютер с подключением к сети «Интернет», патенты на изобретения.

#### **Задание**

1. Провести патентный поиск для определения уровня развития техники по теме «Методы и устройства диагностирования гидроприводов и гидропередаточных устройств»
2. В соответствии с правилами оформления изобретения составить описание на изобретение объекта исследования, формулу изобретения, эскиз объекта исследования.

## Порядок выполнения работы

1. Найти Интернет-ресурсы, на которых размещены информационные ресурсы: патентные БД (российские или зарубежные, БД научно-технической информации).

2. Сохранить адреса найденных Интернет-ресурсов в Избранном (структурировать материал, по видам ресурсов, по странам ...и т. п. на усмотрения студента). Глубина патентного поиска - 15 лет.

3. Заполнить таблицу с результатами поиска. Принятые к анализу изобретения представить в виде таблицы 2.1.

4. Провести анализ патентной документации.

5. Составить отчет по лабораторной работе.

Таблица 2.1

### Патентная документация для определения технического уровня и перспектив развития объекта исследования

Страна патентования, номер патента, дата приоритета МПК	Название изобретения	Техническая сущность изобретения	Источники поиска, Интернет-ресурсы (URL)
<i>Например:</i>			
Патент России, RU 2498120, 10.11.2013 F15B19/00 - Установки или системы с аккумуляторами; расходные резервуары или отстойники	Стенд для испытаний гидроцилиндров	За счет сообщения поршню испытуемого гидроцилиндра дополнительной скорости вращения, суммарная скорость его относительно цилиндра увеличивается, что позволяет снизить наработку на отказ и, соответственно, сократить продолжительность испытаний.	<a href="http://www.freepatent.ru/patents/2498120">http://www.freepatent.ru/patents/2498120</a>

### Методические рекомендации по выполнению задания

Патентный поиск проводится с целью установления уровня технического решения, объема прав патентообладателя и условий их реализации, выявления прототипа решаемой задачи.

Поиск патентной информации, как правило, проводится как в соответствии с классификационными рубриками МПК (НПК), так и по ключевым словам (терминам).

Для определения технических терминов, относящиеся к объекту поиска, рекомендуется использовать Алфавитно-предметный указатель к МПК (АПУ), с помощью которого можно выйти на точную группу МПК. Введение к АПУ содержит инструкцию по его использованию.

Если по АПУ не представляется возможным найти подходящую область поиска, следует просмотреть все восемь разделов МПК, выбирая подходящие подразделы или классы по их заголовкам.

Альтернативным методом может быть поиск по тексту с помощью тождественных технических терминов по базам данных, содержащих полные тексты или рефераты патентных документов, с последующим статистическим анализом индексов классификации, присвоенных выявленным документам.

Неудача в нахождении подходящих документов может указывать, что соответствующее место в МПК не найдено. В таком случае искомый технический объект следует сформулировать иначе, а процедуру нахождения области поиска необходимо пересмотреть.

Выявив часть документов путем проведения поиска в первичном круге информационных ресурсов, целесообразно провести просмотр и оценку полноты полученной информации. В том случае, если полнота полученной информации недостаточна, можно варьировать свой запрос в зависимости от анализа уже выявленных документов и провести дополнительный поиск информационных ресурсов. Затем следует анализ их содержания на предмет соответствия целям и задачам поиска.

На основании анализа выбрать и привести описание объекта исследования, отвечающего последним требованиям науки и техники, не имеющего недостатков аналогов и прототипов, реализующего желаемый технический результат.

### **Содержание отчета**

1. Номер и название лабораторной работы.
2. Цель лабораторной работы.



3. Задание.
4. Патентная документация.
5. Описание изобретения.
6. Аналоги и прототипы изобретений.
7. Выводы.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Как определить область техники, к которой относится изобретение?
- 2 Какая информация описывается в характеристике уровня техники? Что называется аналогом и прототипом изобретения?
- 3 Какая информация описывается в сведениях, подтверждающих возможность осуществления изобретения?
- 4 Какая информация описывается в формуле изобретения?

### **Лабораторная работа №3.**

#### **ДИАГНОСТИКА ГИДРОПРИВОДА ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ**

**Цель работы:** получить знания и навыки диагностирования силовых гидроцилиндров.

**Задачи:** ознакомиться со схемами их включения силовых гидроцилиндров и основными зависимостями между входными и выходными параметрами гидроцилиндров, а также освоить методику экспериментальных измерений скорости движения штока и расчёта расхода жидкости на входе в гидроцилиндр.

**Оборудование, измерительные приборы:** маслостанция; лабораторная установка для определения характеристик гидропривода; образцы силовых гидроцилиндров, линейка и секундомер.

#### **Описание лабораторной установки**

Для выполнения работы используется лабораторная установка

объемного гидропривода (рис. 3.1).



**Рис. 3.1. Общий вид стенда объемного гидропривода**

Гидравлическая схема лабораторной установки представлена (рис. 3.2).

Условные обозначения гидравлической схемы рисунка 3.2:

М-Н – насосный агрегат БГ11-22А ( $Q = 12$  л/мин;  $P_{\text{ном}} = 2,5$  МПа,  $n = 1500$  мин<sup>-1</sup>;  $N = 1,5$  кВт);

Б – бак;

Ф – фильтр;

ТМ – термометр;

РХ – расходомер;

$P_1$  – гидрораспределитель с предохранительным клапаном 1Р40А1 ( $Q = 40$  л/мин,  $P = 16$  МПа) – распределяет поток жидкости по полостям гидроцилиндров и предохраняет систему от перегрузки;

ДР1, ДР2 – дроссель с обратным клапаном КВМК 10 G1.1 ( $Q = 32$  л/мин,  $P = 32$  МПа) – регулирует скорость перемещения гидроцилиндров и обеспечивает свободный проход рабочей жидкости в обратном направлении;

ПМ( $P_2$ ) – переключатель манометра ЗМ2.2-320;

М – манометр МТ-160;

ДД – датчик давления ДТ-80Т;

Ц1, Ц2 – гидроцилиндры;

АЦП – аналогово-цифровой преобразователь (L-CARD – крейтовая система модулей LTR – измерительная система ввода/вывода аналоговых и цифровых данных [1])

ПК – персональный компьютер.

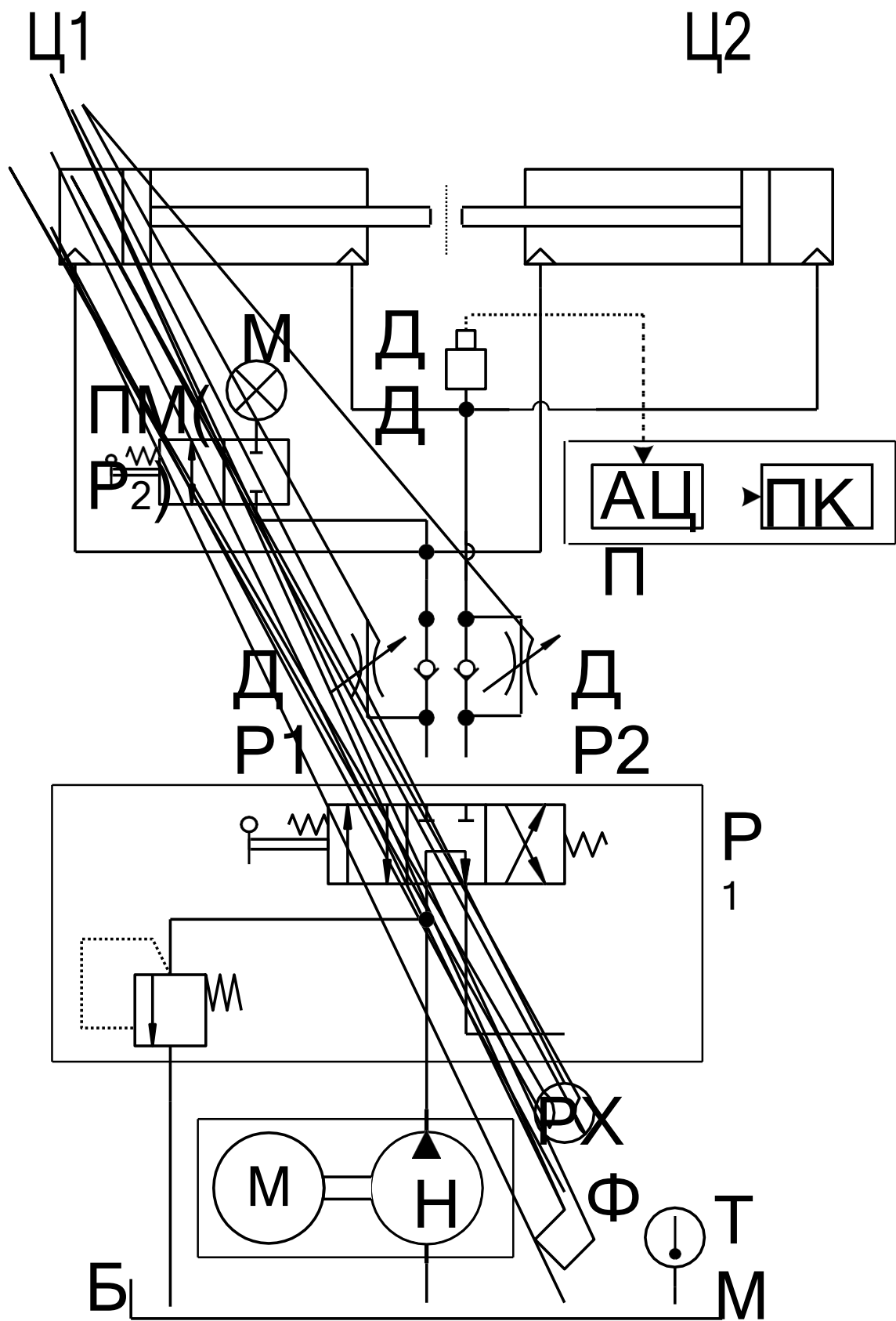


Рис. 3.2. Схема диагностического стенда

## Измерение давления

В качестве источника измерительного сигнала служат датчики давления типа ДТ. Измерения силовых характеристик гидропривода проводятся с помощью датчика давления ДТ-80Т, включенного в общую гидравлическую схему установки в поршневую полость гидроцилиндра (рисунок 3.3).



Рис. 3.3. Датчик давления ДТ-80Т



Рис. 3.4. Тарировочный стенд

Для обработки экспериментальных данных проводится тарировка датчиков давления. Она осуществлялась путем создания давления в гидродомкрате, в поршневой полости которого были установлены тарлируемый датчик и образцовый манометр для фиксации значений давления (рисунки 3.4, 3.5).

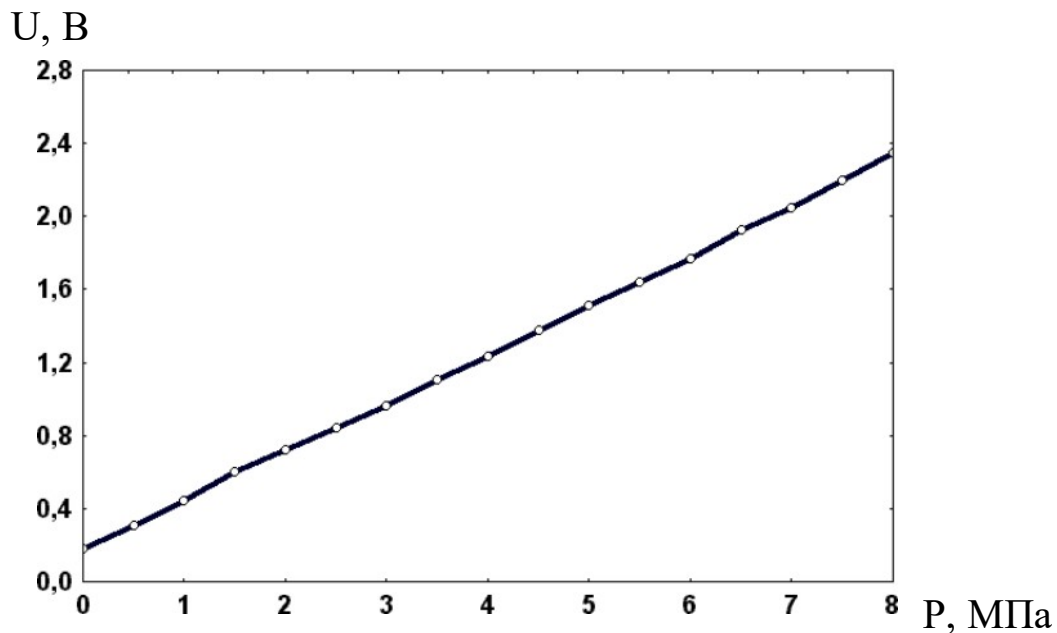
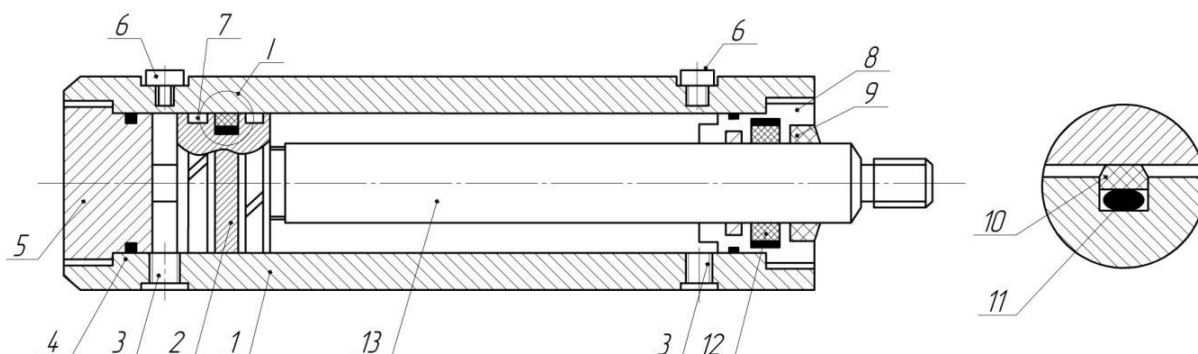


Рис. 3.5. Тарировочные характеристики датчика ДТ-80

## Диагностика неисправностей гидроцилиндров

Конструкция линейного гидроцилиндра двухстороннего действия изображена на рис. 3.6.



1 – гильза цилиндра; 2 – поршень; 3 – отверстия для штуцеров подвода и отвода масла; 4 – уплотнения неподвижных соединений; 5 – резьбовая крышка; 6 – пробки для выпуска воздуха; 7 – опорные кольца поршня; 8 – резьбовая крышка штока; 9 – грязезащитное кольцо; 10 – подвижное уплотнение поршня; 11 – распорное кольцо; 12 – уплотнение штока; 13 – шток

**Рис. 3.6. Гидроцилиндр двухстороннего действия**

Основные неисправности гидроцилиндров и причины их возникновения приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

### Характерные неисправности в работе гидроцилиндров, причины их возникновения

Внешнее проявление неисправности	Вероятная причина
1	2
Отсутствие рабочего давления в поршневой полости	Износ или разрушение уплотнения поршня
Потеки масла по штоку	Погнут шток гидроцилиндра.
	Повреждения на внутренней поверхности гидроцилиндра
	Уплотнения поршня и штока повреждены, перекошены или несоответствующего размера
	Износ уплотнений штока

Продолжение таблицы 3.1

1	2
Нагрев штока и его направляющих, неравномерное с вибрациями движение штока, защемление штока	Наличие высоких боковых нагрузок, ослабление крепления гидроцилиндра
Неравномерное с рывками перемещение штока, повышенные шум и вибрация	Наличие воздуха в полости гидроцилиндра
	Погнут шток гидроцилиндра
	Повреждены стенки гидроцилиндра
	Повреждены или перекошены уплотнения поршня и штока
Скорости выдвигания и втягивания штока под нагрузкой чрезвычайно малы при нормальной подаче насоса и отсутствии утечек через рукава и гидроагрегаты	Установлены уплотнения, не соответствующие комплектации
	Отсутствие герметичности гидроцилиндра

### Порядок проведения работы

1. Изучить гидравлическую схему лабораторной установки объемного гидропривода с силовым гидроцилиндром.
2. Ознакомиться с устройством лабораторной установки.
3. Подключить насосную станцию к источнику питания.
4. Включить пакетный выключатель насосной станции.
5. Включить привод насоса лабораторной установки.
6. Рычагом управления гидрораспределителя включить гидропривод с силовым гидроцилиндром: перевести рычаг управления последовательно вначале в верхнее, а затем нижнее положение. Отметить направление движения штока.
7. Установить линейку вдоль хода штока гидроцилиндра.
8. Включить гидропривод на выдвигание штока и замерить с помощью секундомера время его выдвигания на 200 мм.

9. Одновременно провести запись.
10. Провести расчет скорости выдвижения хода, определить скорость штока и расход жидкости.
11. То же самое выполнить для втягивания штока.
12. Выполнить расчет усилия, развиваемого гидроцилиндром с односторонним штоком, скорости штока для приведенных схем включения гидроцилиндра.
13. Оценить усилие, развиваемого гидроцилиндром при прямом и обратном ходе штока, для определения технического состояния гидроцилиндра.
14. Провести проверку поверхности штока и внутренней поверхности гидроцилиндра на наличие повреждений и износа по результатам прямых измерений:
  - дросселем ДР1 или ДР2 создаем нагрузку. Рабочая жидкость при этом под давлением поступает в гидроцилиндр Ц1 или Ц2 через гидрораспределитель Р<sub>1</sub>;
  - шток с поршнем исследуемого гидроцилиндра перемещаем на 1/5 общей длины хода штока и отключаем гидрораспределитель (переводим в нейтральное положение);
  - в течение 5 минут снимаем показатели манометра М1;
  - выполняем аналогичные действия еще в четырех точках, перемещая шток и поршень гидроцилиндра. Результаты замеров заносим в таблицу 3.4.

### **Обработка и анализ результатов наблюдений и расчетов**

1. Провести расчет скорости штока и вычислить расход жидкости на входе в гидроцилиндр при прямом и обратном ходе.
2. Построить графики зависимости усилия, развиваемого гидроцилиндром от давления жидкости в гидросистеме.
3. Проанализировать результаты. Выявить характер зависимости усилия, развиваемого гидроцилиндром, от давления жидкости.
4. Проанализировать техническое состояние гидроцилиндра.

### **Техника безопасности и противопожарные мероприятия**

Студенты перед началом занятий обязаны пройти

инструктаж по технике безопасности и расписаться в журнале.

Запрещается включать лабораторную установку без разрешения преподавателя.

### Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- цель работы;
- описание конструкции и принцип действия силового гидроцилиндра;
- схемы включения силовых гидроцилиндров;
- описание работы гидропривода возвратно-поступательного действия при установке золотника распределителя в нейтральную и рабочие позиции;
- результаты расчетов и графики зависимости усилия развиваемого гидроцилиндром от давления жидкости. Результаты расчетов оформить в таблицы 3.1-3.4, а график по рис. 3.7.
- выводы о техническом состоянии гидроцилиндра.

Таблица 3.1

#### Выдвижение штока гидроцилиндра

Наименование параметра	Результаты измерения и расчета		
	1	2	3
Ход штока $L$ , м			
Время выдвижения штока $\tau$ , с			
Скорость выдвижения штока $V_{ц}$ , м/с			
Расход жидкости на входе $Q_n$ , м <sup>3</sup> /с			

Таблица 3.2

#### Втягивание штока гидроцилиндра

Наименование параметра	Результаты измерения и расчета		
	1	2	3
Ход штока $L$ , м			
Время втягивания штока $\tau$ , с			
Скорость втягивания штока $V_{ц}$ , м/с			
Расход жидкости на входе $Q_{шт}$ , м <sup>3</sup> /с			



Таблица 3.3

**Зависимость усилия на штоке от давления**

Наименование параметра	Значения параметров			
Давление жидкости на выходе насоса, МПа	5	10	15	20
Гидравлические потери в гидролинии напора, МПа	0,50	0,10	0,15	0,20
Гидравлические потери в гидролинии слива, МПа	0,50	0,10	0,15	0,20
Диаметр поршня $D$ , м				
Усилие на штоке $R_{ц}$ , кН				

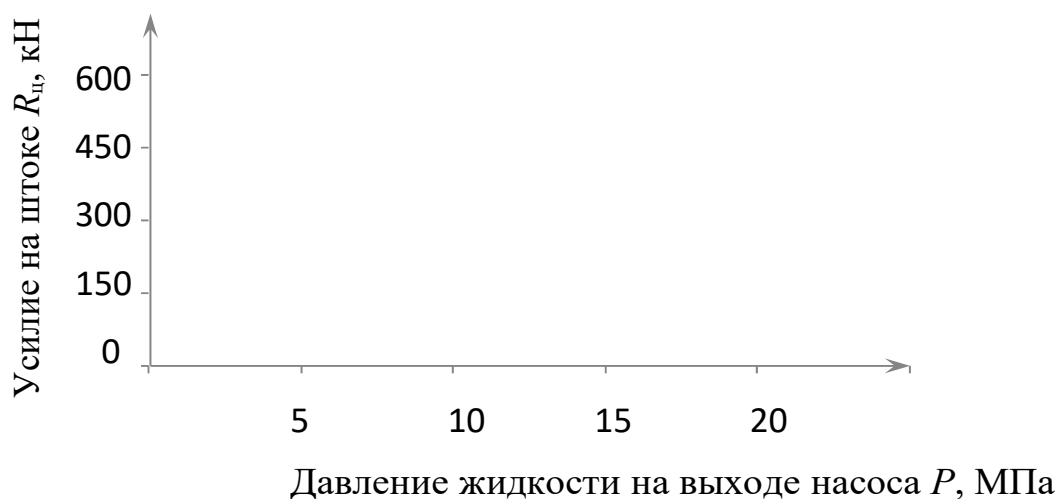
**Рис. 3.7. Зависимость усилия на штоке от давления**

Таблица 3.4

**Выдвижение штока гидроцилиндра**

Наименование	Ход штока $L$ , м, до $i$ -ой точки измерения	Результаты измерения давления, МПа
Точка измерения №1		
Точка измерения №2		
Точка измерения №3		
Точка измерения №4		
Точка измерения №5		

По результатам замеров делаем вывод:

- если падение давления происходит во всех пяти точках

остановки, можно сделать вывод о наличии утечек через уплотнения поршня или повреждения внутренней поверхности гидроцилиндра по всей длине;

- если падение давления происходит не во всех точках остановки, можно сделать вывод о частичном повреждении внутренней поверхности гидроцилиндра;

- отсутствие перепадов давления свидетельствует об исправном состоянии уплотнений поршня и внутренней поверхности гидроцилиндра.

### **Контрольные вопросы**

1. Расскажите о назначении силовых гидроцилиндров, их устройстве и принципе работы.

2. Классификация силовых гидроцилиндров по принципу действия и конструкции рабочей камеры.

3. Объясните работу гидропривода с различными схемами включения силовых гидроцилиндров.

4. Как рассчитать усилие на штоке для различных схем включения гидроцилиндров: с поршневой рабочей полостью, со штоковой рабочей полостью, с дифференциальной схемой включения?

5. Как рассчитать скорость штока для различных схем включения гидроцилиндров: с поршневой рабочей полостью, со штоковой рабочей полостью, с дифференциальной схемой включения?

6. Назовите основные параметры поршневых гидроцилиндров. Перечислите параметры, влияющие на усилие, развиваемое гидроцилиндром.

### **Лабораторная работа №4.**

#### **ДИАНОСТИКА ГИДРОПРИВОДА С РЕГУЛИРУЕМЫМ НАСОСОМ**

**Цель работы:** освоить методику безразборной диагностики регулируемого насоса, дать заключение о его техническом состоянии и возможности дальнейшего использования.

**Оборудование, измерительные приборы, материалы:** маслостанция; лабораторная установка для определения характеристик гидропривода; образцы гидронасосов.

### **Краткие теоретические сведения**

Основные неисправности аксиально-поршневых насосов вызываются изнашиванием поверхностей шатунно-поршневой группы и сопряжения блока с поршнями и распределителем. Увеличение зазоров в шатунной группе вызывает рост пульсации давления в напорной линии, а в сопряжениях блока с поршнями и распределителем – соответственно внутренние перетечки рабочей жидкости [1].

Износ притёртых поверхностей сферического распределителя и блока происходит из-за неизбежного попадания абразивных частиц в рабочую жидкость. Кроме того, вследствие изменения упругих свойств тарельчатых пружин ослабевает сила прижатия блока цилиндров к сферическому распределителю, что также увеличивает внутренние перетечки жидкости. Реже наблюдается износ элементов шатунной группы качающего узла и подшипников. Износ элементов шатунной группы вызывает возникновение интенсивных динамических нагрузок и сопровождается сильным шумом и вибрацией.

Зазоры в процессе эксплуатации, в результате трения увеличиваются и характеризуют техническое состояние гидронасосов и гидросистемы в целом.

Внутренние и внешние утечки, которые связаны с зазорами в сопрягаемых деталях насоса, оцениваются объемным КПД, однозначно определяющим его техническое состояние в любой момент времени эксплуатации.

Предельные значения объемного КПД насосов приведены в табл. 4.1.

Предельным, или критическим, значением объемного КПД является такое его значение, при котором гидронасос считается непригодным для дальнейшей эксплуатации вследствие существенного снижения производительности.

Диагностирование насоса в данной методике производят по объемному КПД, который позволяет оценивать насколько действительная подача насоса отличается от теоретической. При

диагностике насоса значение подачи, близкое к теоретическому, определяют путем измерения подачи насоса при минимально возможном давлении, а действительную подачу определяют при номинальном давлении, причем измерения производят при постоянной частоте вращения вала насоса, постоянной вязкости и температуре рабочей жидкости.

Таблица 4.1

**Критические значения объемного КПД**

Наименование гидроаппарата	Критические значения ОКПД
Насосы шестеренные НШ-46, НШ-67, НШ-98	ОКПД ниже 0,7 при давлении P=10 МПа
Насосы аксиальные роторно-поршневые 210.16, 210.20, 210.25	ОКПД ниже 0,75 при давлении P=16 МПа
Насосы аксиальные роторно-поршневые регулируемые 223.20, 223.25, 207.20	ОКПД ниже 0,8 при давлении P = 16 МПа и частоте вращения приводного вала 1800 об/мин

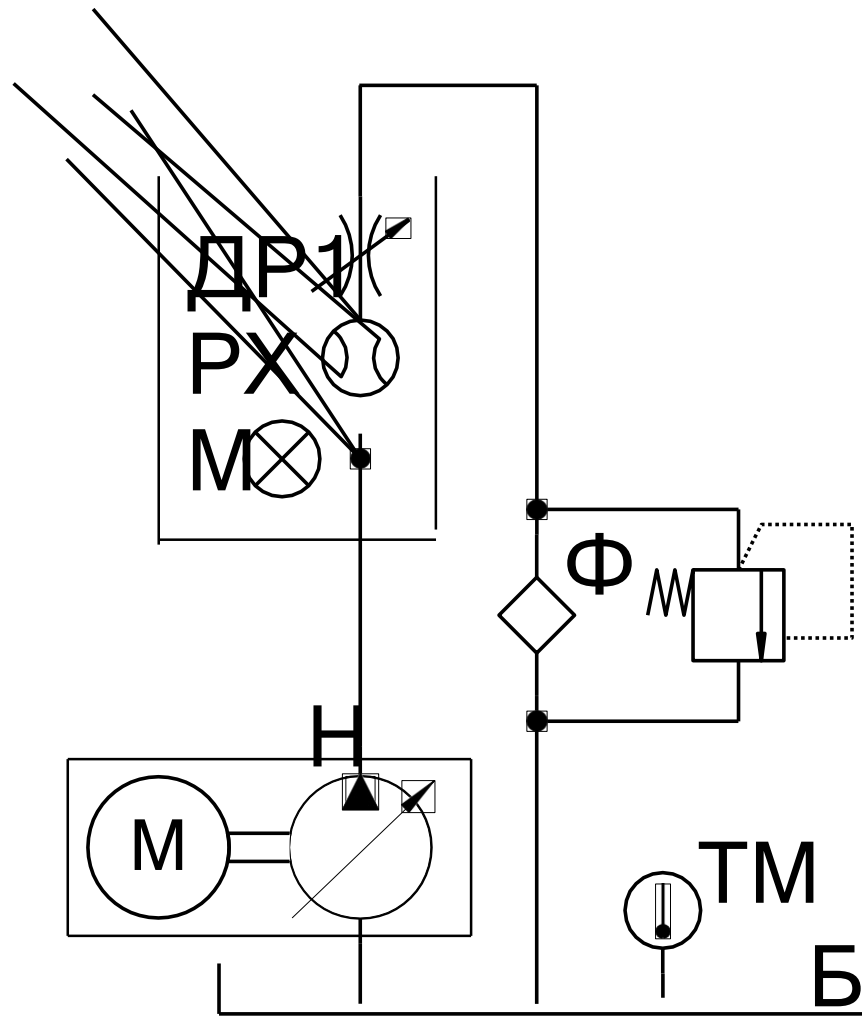
В лабораторной установке подключение насоса осуществляется согласно рис. 4.1. После включения питания насос Н подает жидкость из бака Б по гидролинии на вход механического блока гидротестера, состоящего из расходомера РХ, дросселя ДР1 и манометра М. Далее поток жидкости по гидролинии через фильтр Ф поступает в бак Б.

Расход жидкости в гидролинии измеряется расходомером РХ, а давление жидкости контролируется манометром М и регулируется с помощью дросселя ДР1.

Наличие зазоров в сопряжениях блока цилиндров с поршнями и распределителем насоса приводит к появлению утечек жидкости  $Q_y$  из полости высокого давления в полость низкого давления и в корпус.

Утечки жидкости  $Q_y$  пропорциональны давлению в гидросистеме. При давлении близком к нулю утечки практически равны нулю, что соответствует подаче насоса  $Q_{рмин}$ . При максимальном давлении в гидросистеме утечки жидкости максимальные, а подача насоса

$$Q_{рном} = Q_{рмин} - Q_y.$$



**Рис. 4.1. Гидравлическая схема диагностики гидронасоса**

Отношение  $Q_{\text{рном}}$  к  $Q_{\text{рмин}}$  и равно объемному КПД насоса  $\eta_{\text{он}}$ , то есть

$$\eta_{\text{он}} = Q_{\text{рном}} / Q_{\text{рмин}}.$$

При диагностике насосов необходимо учитывать значение номинального давления, указанное в технической характеристике изделия.

Рабочий объем, номинальная подача и номинальная мощность насоса в технической характеристике указаны для максимального угла наклона блока цилиндров  $\gamma = 25^\circ$ . Для создания необходимого давления в системе необходимо определить угол наклона блока по отношению к мощности насосной станции. Мощность, необходимая для привода насоса, определяется по формуле:

$$N = P \cdot Q / (1000 \cdot \eta_n),$$

где  $P$  – давление, развиваемое насосом, МПа;

$Q$  – подача насоса, м<sup>3</sup>/с;

$\eta_n$  – общий КПД насоса по технической характеристике.

Если принять во внимание, что мощность приводного электродвигателя стенда равна 7,5 кВт, то подача насоса, при которой он сможет развивать давление 16 МПа, будет равна

$$Q = 1000 \cdot N \cdot \eta_n / P.$$
$$Q = 1000 \cdot 7,5 \cdot 0,95 / 16 \cdot 10^6.$$

Подача насоса связана с рабочим объемом насоса  $q$  зависимостью:

$$Q = q \cdot n \cdot \eta_n$$

где  $n$  – число оборотов насоса (электродвигателя), об/мин.

Рабочий объем аксиального роторно-поршневого насоса с наклонным блоком определяется по формуле:

$$q = (z \cdot \pi \cdot d^2 / 4) \cdot D_{in}$$

где  $z$  – число поршней,

$d$  – диаметр поршня, м;

$D_{in}$  – диаметр оси расположения цилиндров, м;

$\gamma$  – угол наклона блока цилиндров к оси насоса.

С учетом этого запишем

$$Q = q \cdot n \cdot \eta_n = (z \cdot \pi \cdot d^2 / 4) \cdot D_{in} \cdot \operatorname{tg} \gamma \cdot n \cdot \eta_n.$$

Отсюда найдем угол наклона блока цилиндров

$$\operatorname{tg} \gamma = 4 \cdot D_{in} / (z \cdot \pi \cdot d^2 \cdot D_{in} \cdot n \cdot \eta_n),$$

$$\operatorname{tg} \gamma = 60 \cdot 4 \cdot 0,445 \cdot 10^{-3} / (7 \cdot 3,14 \cdot 0,02^2 \cdot 0,056 \cdot 960 \cdot 0,95) = 0,24,$$

$$\gamma = \operatorname{arctg} 0,24 = 14,995 \approx 15^\circ.$$

Таким образом, для приводного двигателя стенда мощностью 7,5 кВт угол наклона блока составит  $15^\circ$ . В этом случае максимальное давление будет равно 16 МПа, а подача –  $0,000445 \text{ м}^3/\text{с}$  (26,7 л/мин).

## Порядок выполнения работы

1. Собрать схему для диагностики гидронасоса. Выходной штуцер гидронасоса с помощью рукава высокого давления соединить с входным штуцером механического блока гидротестера. Выходной штуцер механического блока гидротестера соединить с фильтром. Направление движения жидкости должно соответствовать направлению стрелки на блоке гидротестера.

2. Проверить герметичность всех соединений.

3. Проверить наличие и уровень жидкости в гидробаке.

4. Проверить и удостовериться, что дроссель находится в

открытом положении.

5. Произвести пуск гидросистемы.

6. Зафиксировать значение расхода рабочей жидкости (подачи насоса) в л/мин при открытом дросселе, то есть при минимальном давлении близком к нулю.

7. Создать номинальное давление 16 МПа. Контроль давления осуществлять по манометру. Зафиксировать расход рабочей жидкости при номинальном давлении.

8. Определить объемный КПД при расходе жидкости без нагрузки с минимальным давлением в гидросистеме.

9. С помощью нагрузочного устройства создать номинальное давление 16 МПа. Контроль давления осуществлять по манометру. Определить объемный КПД.

10. Отключить гидросистему.

Произвести анализ и обработку результатов измерений, сделать выводы о работоспособности гидронасоса методом сравнения полученных значений с критическими значениями ОКПД.

### **Техника безопасности и противопожарные мероприятия**

Студенты перед началом занятий обязаны пройти инструктаж по технике безопасности и расписаться в журнале.

Запрещается включать стенды без разрешения преподавателя.

### **Обработка и анализ результатов наблюдений и расчетов**

1. Результаты измерений занести в табл. 4.2.

Таблица 4.2

#### **Измерение объемного КПД насоса**

Наименование параметра	Результаты измерения и расчета		
	1	2	3
Подача насоса при открытом дросселе $Q_{pmin}$ , л/мин			
Подача насоса при номинальном давлении $Q_{pном}$ , л/мин			



Объемный КПД насоса			
---------------------	--	--	--

2. Вычислить объемный КПД насоса.
3. Сравнить значения объемного КПД насоса, полученные расчета и непосредственного измерения с помощью тестера.
4. Сравнить полученные значения объемного КПД насоса с критическими значениями, приведенными в табл. 4.1.
5. Провести анализ полученных результатов. Дать заключение о его техническом состоянии и возможности дальнейшего использования

### **Содержание отчета**

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- цель работы;
- описание характерных неисправностей насоса;
- описание работы гидропривода стенда;
- результаты расчетов и измерений
- выводы.

### **Контрольные вопросы**

1. Опишите характерных неисправностей насосов.
2. Опишите устройство и принцип действия гидропривода стенда.
3. Охарактеризуйте зависимость и регулирование давления на выходе насосной станции.
4. Опишите схему включения гидротестера.
5. Укажите параметры, которые влияют на величину расхода рабочей жидкости на выходе (подачу) насоса.

### **Лабораторная работа №5.**

#### **ДИАГНОСТИКА ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ**

**Цель:** освоить методику диагностирования гидрораспределителя, дать заключение о его техническом состоянии и возможности дальнейшего использования.

**Оборудование, измерительные приборы, материалы:** маслостанция; лабораторная установка для определения характеристик гидропривода; образцы гидрораспределителей.

Выход гидронасоса с помощью гибкого трубопровода соединен с входом гидрораспределителя. Выход (сливной канал) гидрораспределителя через фильтр соединен с гидробаком. Один из рабочих отводов первого золотника гидрораспределителя соединяется с входным штуцером механического блока гидротестера, а второй рабочий отвод гидрораспределителя с выходным каналом гидротестера.

Подключение рабочих отводов гидрораспределителя к гидротестеру необходимо выполнить таким образом, чтобы направление движения жидкости при включении золотника гидрораспределителя соответствовало направлению стрелки на блоке гидротестера.

### **Краткие теоретические сведения**

Основные неисправности золотниковых гидрораспределителей вызываются изнашиванием сопряженных поверхностей золотников и корпуса, которое приводит к увеличению зазоров между ними.

Предохранительные и переливные гидроклапаны, встроенные в гидрораспределители, в процессе эксплуатации теряют герметичность вследствие износа рабочих поверхностей седла и уплотнительных поясков клапанов. Увеличение зазоров в сопряжениях золотников и клапанов приводит к росту внутренних перетечек. Причем до 90 % утечек рабочей жидкости происходит через предохранительные и переливные гидроклапаны [2, 9, 10].

Утечки жидкости  $Q$  через концентрическую (соосное расположение золотника и отверстия в корпусе) кольцевую капиллярную щель (рис. 5.1, а) с параллельными стенками при ламинарном течении можно определить по формуле:

$$Q = \Delta p \cdot \pi \cdot d \cdot s^3 / (12 \cdot L \cdot \nu \cdot \rho),$$

где  $s$  – ширина щели в направлении, перпендикулярном к движению потока (номинальная величина зазора),

$d_1$  и  $d_2$  – диаметры золотника и отверстия;

$d$  – средний диаметр щели,

$L$  – длина щели;

$\Delta p$  – перепад давления на входе и выходе щели;

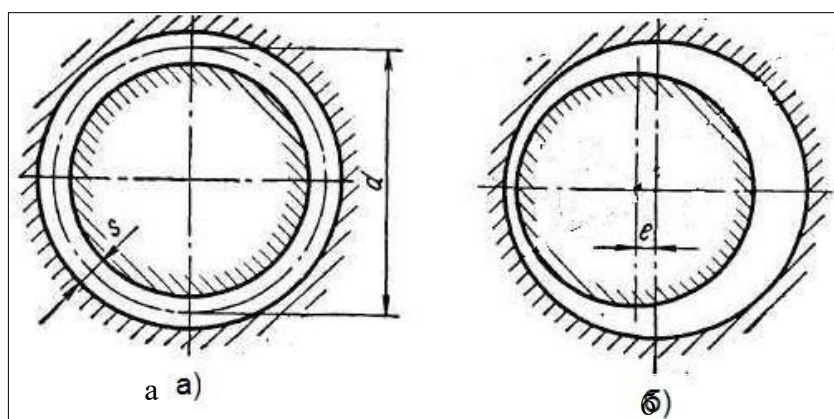
$\nu, \rho$  – соответственно вязкость и плотность жидкости [4].

В реальных агрегатах золотник занимает относительно отверстия в корпусе эксцентричное положение, ввиду чего зазор по окружности (рис. 5.1, б) между ними будет переменной величиной.

Расход жидкости через эксцентричный кольцевой зазор  $Q_s$  определяется по выражению:

$$Q_s = [2,5 \cdot \Delta p \cdot \pi \cdot d \cdot s^3 / (12 \cdot L \cdot \nu \cdot \rho)] \cdot [1 + 3 \cdot \varepsilon^2 / 2],$$

где  $\varepsilon$  – эксцентриситет.



*a* – кольцевая концентрическая; *б* – кольцевая эксцентрическая

**Рис. 5.1. Расчетные схемы течения жидкости в капиллярных щелях**

Учитывая, что максимальный эксцентриситет  $\varepsilon$  равен номинальному радиальному зазору  $s$ , расход жидкости будет равен

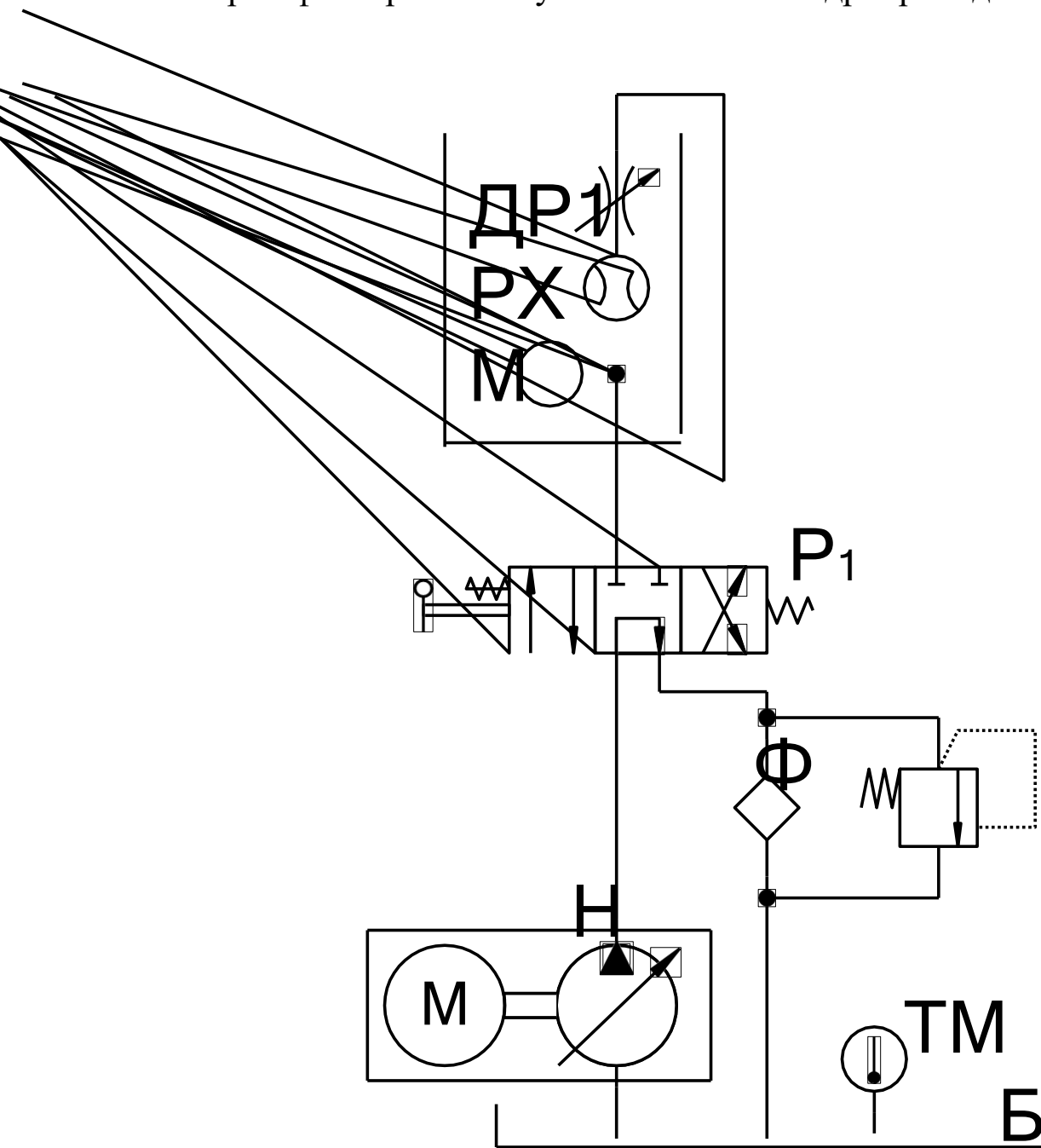
$$Q_s = 2,5 \cdot \Delta p \cdot \pi \cdot d \cdot s^3 / (12 \cdot L \cdot \nu \cdot \rho) = 2,5 \cdot Q,$$

Очевидно, что, в случае неравномерного зазора между золотником и корпусом, утечки будут больше и при максимальном эксцентриситете эта разница будет в 2,5 раза по сравнению с соосным расположением золотника и отверстия в корпусе.

Гидравлическая схема стенда для диагностики гидрораспределителя приведена на рис. 5.2.

При включении питания насос  $H$  подает жидкость из бака  $B$  по гидролинии на вход гидрораспределителя  $P_1$ , установленного в нейтральное положение. Далее поток жидкости проходит по проточному каналу гидрораспределителя  $P_1$  и по гидролинии

через фильтр  $\Phi$  поступает в бак Б. Гидропривод лабораторной



установки работает в режиме холостого хода.

**Рис. 5.2. Гидравлическая схема диагностики гидрораспределителя**

При включении первого золотника гидрораспределителя  $P_1$  в рабочую позицию жидкость по рабочему отводу гидрораспределителя  $P_1$  подается на вход гидротестера. Проходит через расходомер  $PX$  и дроссель  $ДР1$  гидротестера, и далее по гидролинии (второму рабочему отводу золотника), возвращается в гидрораспределитель, из которого по каналу

золотника и сливному каналу гидрораспределителя  $P_1$  выходит в гидрoliniю и через фильтр  $\Phi$  сливается в бак Б.

Расход жидкости в гидролинии измеряется расходомером РХ, а давление жидкости контролируется манометром М и регулируется с помощью дросселя ДР1.

### **Техника безопасности и противопожарные мероприятия**

Студенты перед началом занятий обязаны пройти инструктаж по технике безопасности и расписаться в журнале.

Запрещается включать стенды без разрешения преподавателя.

### **Порядок выполнения работы**

1. Собрать схему для диагностики гидрораспределителя.
2. Проверить герметичность всех соединений.
3. Проверить наличие и уровень жидкости в гидробаке.
4. Проверить и удостовериться, что дроссель находится в открытом положении.
5. Произвести пуск гидросистемы.
6. Переключить золотник гидрораспределителя в рабочую позицию.
7. Зафиксировать значение расхода рабочей жидкости (подачи насоса) в л/мин при открытом дросселе, то есть при минимальном давлении.
8. С помощью нагрузочного устройства создать номинальное давление 16 МПа. Контроль давления осуществлять по манометру. Зафиксировать расход рабочей жидкости при номинальном давлении.
9. Отключить гидросистему.
10. Произвести анализ и обработку результатов измерений, сделать выводы о работоспособности гидрораспределителя методом сравнения полученных значений с критическими значениями ОКПД.

### **Обработка и анализ результатов наблюдений и расчетов**

1. Измерить расход жидкости при открытом дросселе гидротестера.
2. Измерить расход жидкости при номинальном давлении.

3. Измерить объемный КПД стенда.
4. Результаты измерений занести в табл. 5.1

Таблица 5.1

### Измерение объемного КПД гидрораспределителя

Наименование параметра	Результаты измерения и расчета		
	1	2	3
Расход жидкости через гидрораспределитель при открытом дросселе $Q_{pmin}$ , л/мин			
Расход жидкости через гидрораспределитель при номинальном давлении $Q_{ном}$ , л/мин			
Объемный КПД стенда			
Объемный КПД гидрораспределителя			

5. Провести анализ полученных результатов. Вычислить объемный КПД гидрораспределителя.

6. Сравнить полученное значение с экспериментальным.

### Содержание отчета

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- цель работы;
- описание конструкции и принципа действия стенда для диагностики гидрораспределителя;
- результаты расчетов и измерений (табл. 5.1);
- выводы.

### Контрольные вопросы

1. Расскажите о назначении, классификации и основных параметрах гидрораспределителей.
2. Охарактеризуйте устройство и принцип действия золотникового гидрораспределителя.
3. Охарактеризуйте устройство, принцип действия стенда и порядок диагностики гидрораспределителя.
4. Перечислите основные неисправности и причины утечек



рабочей жидкости в гидрораспределителях.

5. Расскажите о схеме включения гидротестера для диагностирования гидрораспределителя.

## Список используемых источников

### Перечень основной литературы:

1. Тавер, Е.И. Организация контроля качества : монография / Е.И. Тавер. – Москва : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2007. – 40 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=135787> (дата обращения: 09.04.2020). – Текст : электронный.
2. Антонова, И.И. Бережливое производство: системный подход к его внедрению на предприятиях Республики Татарстан / И.И. Антонова ; науч. ред. В.А. Смирнов ; Институт экономики, управления и права (г. Казань). – Казань : Познание, 2013. – 176 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257764> (дата обращения: 09.04.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8399-0485-9. – Текст : электронный.
3. Пасько, Т.В. Оценка качества технических систем : учебное пособие для студентов вузов / Т.В. Пасько, В.П. Таров ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2014. – 96 с. : схем, табл. – Режим доступа: по подписке. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277951> (дата обращения: 09.04.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8265-1247-0. – Текст : электронный.

### Перечень дополнительной литературы:

1. Новицкий, Н.И. Техничко-экономические показатели работы предприятий: учебно-методическое пособие : [16+] / Н.И. Новицкий, А.А. Горюшкин, А.В. Кривенков ; под ред. Н.И. Новицкого. – Минск : ТетраСистемс, 2010. – 272 с. : табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=572087> (дата обращения: 09.04.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-985-536-068-2. – Текст : электронный.
  2. Курбацкая, Т.Б. Эргономика : учебное пособие / Т.Б. Курбацкая ; Министерство образования и науки Республики Татарстан, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Набережночелнинский институт (филиал). – Казань : Казанский федеральный университет (КФУ), 2013. – Ч. 2. Практика. – 185 с. : ил., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=353495> (дата обращения: 09.04.2020). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.
  3. Управление производственными системами: конспект лекций : [16+] / В.И. Мамонов, В.А. Полуэктов, О.А. Кислицина, О.В. Анакина ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 76 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575102> (дата обращения: 09.04.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3697-4. – Текст : электронный.
  4. Салдаева, Е.Ю. Управление качеством : учебное пособие / Е.Ю. Салдаева, Е.М. Цветкова ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2017. – 156 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461637> (дата обращения: 09.04.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8158-1802-6. – Текст : электронный.
- Мировой опыт развития управленческих технологий: метод LEAN-Production / И.И. Махмутов, Е.И. Несмеянова, С.В. Титова и др. ; Институт экономики, управления и права (г. Казань). – Казань : Познание, 2011. – 140 с. : табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257537> (дата обращения: 09.04.2020). – ISBN 978-5-8399-0341-8. – Текст : электронный.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 1 <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
- 2 <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
- 3 <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
- 4 <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
- 5 <https://openedu.ru> – Открытое образование

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## **Методические указания**

по выполнению самостоятельной работы

по дисциплине «Направления развития технического контроля и испытаний  
технологического оборудования»

15.04.02 Технологические машины и оборудование  
направленность (профиль) Проектирование технологического оборудования

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины.....	5
2 План-график выполнения самостоятельной работы.....	7
3 Контрольные точки и виды отчетности по ним.....	8
4 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	8
5 Тематический план дисциплины.....	10
6 Вопросы для собеседования.....	11
7 Методические рекомендации по изучению теоретического материала.....	12
8 Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов	13
9 Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции.....	13
10 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.....	13

## Введение

Настоящее пособие разработано на основе:

- Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (далее ФГОС ВО);
- нормативно-методических документов Минобрнауки России;
- Устава ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»;
- Приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 N 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры» (Зарегистрировано в Минюсте России 13.08.2021 N 64644);
- локальных нормативных актов ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет».

На современном рынке труда конкурентоспособным может стать только квалифицированный работник соответствующего уровня и профиля, компетентный, свободно владеющей своей профессией и ориентированный в смежных областях деятельности, способный к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов и готовый к постоянному профессиональному росту.

Самостоятельная работа студента направлена на достижение целей подготовки специалистов-профессионалов, активное включение обучаемых в сознательное освоение содержания образования, обеспечение мотивации, творческое овладение основными способами будущей профессиональной деятельности. Чтобы подготовить и обучить такого профессионала, высшим учебным заведениям необходимо скорректировать свой подход к планированию и организации учебно-воспитательной работы. Это в равной степени относится к изменению содержания и характера учебного процесса. В современных реалиях задача преподавателя высшей школы заключается в организации и направлении познавательной деятельности студентов, эффективность которой во многом зависит от их самостоятельной работы. В свою очередь, самостоятельная работа студентов должна представлять собой не просто самоцель, а средство достижения прочных и глубоких знаний, инструмент формирования активности и самостоятельности студентов.

В связи с введением в образовательный процесс новых образовательных стандартов, с уменьшением количества аудиторных занятий по дисциплинам возрастает роль самостоятельной работы студентов. Возникает необходимость оптимизации самостоятельной работы студентов (далее - СРС). Появляется необходимость модернизации технологий обучения, что существенно меняет подходы к учебно-методическому и организационно-техническому обеспечению учебного процесса.

Данная методическая разработка содержит рекомендации по организации, управлению и обеспечению эффективности самостоятельной работы студентов в процессе обучения в целях формирования необходимых компетенций.

Самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом учебного процесса для каждого студента и определяется учебным планом. Виды самостоятельной работы студентов определяются при разработке рабочих программ и учебных методических комплексов дисциплин содержанием учебной дисциплины. При определении содержания самостоятельной работы студентов следует учитывать их уровень самостоятельности и требования к уровню самостоятельности выпускников для того, чтобы за период обучения искомый уровень был достигнут. Так, удельный вес самостоятельной работы при обучении в очной форме составляет до 50% от количества аудиторных часов, отведённых на изучение дисциплины, в заочной форме - количество часов, отведенных на освоение дисциплины, увеличивается до 90%.

Самостоятельная работа определяется как индивидуальная или коллективная учебная деятельность, осуществляемая без непосредственного руководства педагога, но по его заданиям и под его контролем.

Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня, что в итоге приводит к развитию навыка самостоятельного планирования и реализации деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение необходимыми компетенциями по своему направлению подготовки, опытом творческой и исследовательской деятельности.

На основании компетентного подхода к реализации профессиональных образовательных программ, видами заданий для самостоятельной работы являются:

- *для овладения знаниями*: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и информационно- телекоммуникационной сети Интернет и др.

- *для закрепления и систематизации знаний*: работа с конспектом лекции, обработка текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей), повторная работа над учебным материалом, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др.), завершение аудиторных практических работ и оформление отчётов по ним, подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), материалов-презентаций, подготовка реферата, составление библиографии, тематических кроссвордов, тестирование и др.

- *для формирования умений*: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, подготовка к деловым играм, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

Контроль результатов самостоятельной работы студентов может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу студентов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Самостоятельная работа проводится в виде упражнений при изучении нового материала, упражнений в процессе закрепления и повторения, упражнений проверочных и контрольных работ, а также для самоконтроля.

Для организации самостоятельной работы необходимы следующие условия:

1. готовность студентов к самостоятельному труду;
2. наличие и доступность необходимого учебно-методического и справочного материала;
3. консультационная помощь.

Самостоятельная работа может проходить в лекционном кабинете, компьютерном зале, библиотеке, дома. Самостоятельная работа способствует формированию компетенций, тренирует волю, воспитывает работоспособность, внимание, дисциплину и ответственность.

## 1 Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины

Дисциплина «Направления развития технического контроля и испытаний технологического оборудования» относится к дисциплине части, формируемой участниками образовательных отношений. Она направлена на формирование профессиональных компетенций обучающихся в процессе выполнения работ, определенных ФГОС ВО.

Наименование компетенций:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-2 Способен осуществлять выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок	ИД-1 ПК-2 анализирует проведение экспериментов в соответствии с установленными полномочиями	<b>Пороговый уровень</b> анализирует: проведение экспериментов; <b>Повышенный уровень</b> анализирует проведение экспериментов в соответствии с установленными полномочиями
	ИД-2 ПК-2 осуществляет оформление результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	<b>Пороговый уровень</b> осуществляет: оформление результатов научно-исследовательских работ <b>Повышенный уровень</b> осуществляет: оформление результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
	ИД-3 ПК-2 осуществляет выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок	<b>Пороговый уровень</b> осуществляет: выполнение экспериментов и оформление результатов исследований <b>Повышенный уровень</b> осуществляет: выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок
ПК-5 Способен осуществлять контроль процессов и ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту ГПС в машиностроении	ИД-1 ПК-5 анализирует методические, нормативные материалы по документационному обеспечению организации технического обслуживания и ремонта ГПС	<b>Пороговый уровень</b> понимает: порядок выполнения работ, организывает в подразделении работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий и их элементов; <b>Повышенный уровень</b> организует: работы по осуществлению авторского надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых изделий и

		объектов;
	ИД-2 ПК-5 осуществляет контроль выполнения технического обслуживания и ремонта ГПС	<p><b>Пороговый уровень</b> определяет: порядок выполнения работ, организует в подразделении работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий и их элементов;</p> <p><b>Повышенный уровень</b> организует: работы по осуществлению авторского надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых изделий и объектов;</p>
	ИД-3 ПК-5 осуществляет организацию контроля процессов и ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту ГПС в машиностроении	<p><b>Пороговый уровень</b> определяет: порядок выполнения работ, организует в подразделении работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий и их элементов</p> <p><b>Повышенный уровень</b> организует: работы по осуществлению авторского надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых изделий и объектов;</p>

В рамках курса дисциплины «Направления развития технического контроля и испытаний технологического оборудования» самостоятельная работа студентов находит активное применение и включает в себя различные виды деятельности:

- подготовка к практическим занятиям, в том числе работа с методическими указаниями, средствами массовой информации;
- подготовка к лекциям, в том числе самостоятельное углубленное изучение теоретического курса по рекомендованной литературе;
- подготовка к промежуточной аттестации.

Цель самостоятельной работы студента при подготовке к лекциям заключается в получении новых знаний, приобретенных при более глубоком изучении литературы по дисциплине.

Задачи:

- доработка и повторение конспектов лекции;
- осмысление содержания лекции, логической структуры, выводов.

Цель самостоятельной работы студента при подготовке к практическим занятиям заключается в углублении, расширении, детализировании знаний, полученных на лекциях в обобщенной форме.

Задачи:



- развить способность применять полученные знания на практике при решении конкретных задач;
- проверить знания студентов, полученные на лекциях и при самостоятельном изучении литературы.

Цель самостоятельной работы студента при подготовке к экзамену заключается в повторении и закреплении всего изученного материала.

Задачи:

- научиться анализировать и систематизировать все знания, накопленные при изучении программного материала: данные учебника, записи лекций, заметки, сделанные во время консультаций и практических занятий.

## 2 План-график выполнения самостоятельной работы

Таблица 1 – Виды самостоятельной работы для очно-заочной формы обучения

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
Очно-заочная форма					
5 семестр					
ИД-1 ПК-3 ИД-2 ПК-3 ИД-3 ПК-3	Подготовка к лабораторной работе	Конспект, собеседование	3,42	0,18	3,60
ИД-1 ПК-5 ИД-2 ПК-5 ИД-3 ПК-5	Самостоятельное изучение литературы	Конспект, собеседование	44,32	2,33	46,65
	Подготовка к экзамену	Вопросы к экзамену	32,25	1,50	33,75
Итого за 5 семестр			79,99	4,01	84,00

## 3 Контрольные точки и виды отчетности по ним

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

## 4 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенция (ии), индикатор (ы)	Уровни сформированности компетенци(ий),			
	Минимальный уровень не достигнут (Неудовлетворительно) 2 балла	Минимальный уровень (удовлетворительно) 3 балла	Средний уровень (хорошо) 4 балла	Высокий уровень (отлично) 5 баллов
<i>Компетенция: ПК-2 Способен осуществлять выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок</i>				
Результаты	не анализирует	не в полном	анализирует	анализирует

обучения по дисциплине (модулю): <i>Индикатор:</i> ИД-1 ПК-2 анализирует проведение экспериментов в соответствии с установленными полномочиями	проведение экспериментов	объеме анализирует проведение экспериментов	проведение экспериментов	т проведение экспериментов в соответствии с установленными полномочиями
ИД-2 ПК-2 осуществляет оформление результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	не осуществляет оформление результатов научно-исследовательских работ	не в полном объеме осуществляет оформление результатов научно-исследовательских работ	осуществляет оформление результатов научно-исследовательских работ	осуществляет оформление результатов в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
ИД-3 ПК-2 осуществляет выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок	не осуществляет выполнение экспериментов и оформление результатов исследований	не в полном объеме осуществляет выполнение экспериментов и оформление результатов исследований	применяет осуществляет выполнение экспериментов и оформление результатов исследований	осуществляет выполнение экспериментов и оформление результатов в исследованиях и разработках
<i>пк-5 способен осуществлять контроль процессов и ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту ГПС в машиностроении</i>				
ИД-1 ПК-5 анализирует методические, нормативные материалы по документационному обеспечению организации	не понимает порядок выполнения работ, не организывает в подразделении работы по совершенствованию,	не в полном объеме понимает порядок выполнения работ, не организует в подразделении работы по	понимает порядок выполнения работ, организует в подразделении работы по совершенствованию,	организует работу по осуществлению авторского надзора при изготовлении,

технического обслуживания и ремонта ГПС	модернизации, унификации выпускаемых изделий и их элементов	совершенство ванию, модернизации, унификации выпускаемых изделий и их элементов	модернизации, унификации выпускаемых изделий и их элементов	монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых изделий и объектов;
ИД-2 ПК-5 осуществляет контроль выполнения технического обслуживания и ремонта ГПС	не понимает порядок выполнения работ, не организывает в подразделении работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий и их элементов	не в полном объеме понимает порядок выполнения работ, не организует в подразделении работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий и их элементов	понимает порядок выполнения работ, организует в подразделении работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий и их элементов	организует работы по осуществлению авторского надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых изделий и объектов;
ИД-3 ПК-5 осуществляет организацию контроля процессов и ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту ГПС в машиностроении	не понимает порядок выполнения работ, не организует в подразделении работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий и их элементов	не в полном объеме понимает порядок выполнения работ, не организует в подразделении работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий и их элементов	понимает порядок выполнения работ, организует в подразделении работы по совершенствованию, модернизации, унификации выпускаемых изделий и их элементов	организует работы по осуществлению авторского надзора при изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию выпускаемых изделий и объектов;

### 5 Тематический план дисциплины

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	очно-заочная форма			
			Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1	Испытания изделий. Общие сведения об испытаниях изделий. Основы организации испытаний. Обработка результатов испытаний. Ускоренные испытания на надежность. Прогнозирование и методы.	ИД-1 ПК-2 ИД-2 ПК-2 ИД-3 ПК-2 ИД-1 ПК-5 ИД-2 ПК-5 ИД-3 ПК-5	6		6	50,25
2	Контроль качества изделий. Анализ современного состояния и проблем управления качеством. Ключевые проблемы гарантирования качества, надежности и безопасности. Совершенствование системы менеджмента качества при проектировании технологических машин и оборудования, и повышение результативности её элементов. Оценка рисков в процессе производства систем изделия для практической реализации методики гарантирования качества, надежности и безопасности.	ИД-1 ПК-2 ИД-2 ПК-2 ИД-3 ПК-2 ИД-1 ПК-5 ИД-2 ПК-5 ИД-3 ПК-5	6		6	
	ИТОГО за 5 семестр		12		12	50,25
	Экзамен					33,75
	ИТОГО		12		12	84

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина (модуль) построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел.

Лекционный материал посвящён рассмотрению ключевых, базовых положений дисциплины (модуля) и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов.

Практические занятия проводятся с целью закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения при решении практических задач в соответствующей предметной области.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к практическим занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

## 6. Вопросы к экзамену

- 1 1. Что такое испытание?
- 2 Как классифицируют внешние воздействующие факторы?
- 3 Какие воздействия относятся к климатическим?
- 4 Какие воздействия относятся к космическим?
- 5 Какие воздействия относят к механическим?
- 6 Как разделяют физические испытания?
- 7 Как разделяют испытания с использованием моделей?
- 8 Какие испытания называют натурными?
- 9 Какие испытания называют полигонными?
- 10 Какие испытания называют сертификационными?
- 11 Что такое государственные испытания?
- 12 Дайте общую классификацию испытаний.
- 13 Какие существуют способы проведения испытаний?
- 14 В чем преимущества и недостатки последовательного проведения испытаний?
- 15 В чем преимущества и недостатки параллельного проведения испытаний?
- 16 В чем особенности последовательно-параллельного проведения испытаний?
- 17 Для чего нужно оптимальное планирование испытаний?
- 18 Что является основной целью испытаний?
- 19 В чем заключается планирование первого рода?
- 20 Сколько опытов необходимо провести при трех воздействующих факторах?
- 21 Что понимают под теплоустойчивостью?
- 22 Какое оборудование применяется для проведения испытаний на теплоустойчивость?
- 23 Какова процедура проведения испытаний на теплоустойчивость?
- 24 Как проводятся испытания на воздействие двухкамерным методом?
- 25 Для чего проводят испытания на воздействие инея и росы?
- 26 Какое оборудование применяется для проведения испытаний на воздействие инея?
- 27 Какова процедура проведения испытаний на воздействие инея и росы?
- 28 Для чего проводят испытания на воздействие повышенной влажности воздуха?
- 29 Какое оборудование применяется для проведения испытаний на воздействие повышенной влажности воздуха?
- 30 Какова процедура проведения испытаний на воздействие повышенной влажности воздуха?
- 31 Для чего проводят испытания на воздействие солнечного излучения?
- 32 Какое оборудование применяется для проведения испытаний на воздействие солнечного излучения?
- 33 Какова процедура проведения испытаний на воздействие солнечного излучения?
- 34 Для чего проводят испытания на воздействие повышенного гидростатического давления?
- 35 Какое оборудование применяется для проведения испытаний?
- 36 Какова процедура проведения испытаний на воздействие повышенного гидростатического давления?
- 37 Для чего проводят испытания на герметичность?
- 38 Какие методы применяются при проведении испытаний на герметичность?
- 39 Приведите классификацию механических испытаний?
- 40 Какие параметры и величины измеряются при проведении механических испытаний?
- 41 Какое оборудование применяется при проведении испытаний на разрыв?
- 42 Как проводятся испытания на срез?

- 42 Какие параметры измеряются при проведении испытаний на сжатие?  
43 Какие параметры измеряются при проведении испытаний на кручение?

## **7 Методические рекомендации по изучению теоретического материала**

Самостоятельная работа студента в ходе **лекционных занятий** включает изучение вопросов теории, вынесенных на самостоятельное изучение в соответствии с рабочей программой дисциплины, проработку лекционных материалов для подготовки к контролю знаний на лекционных занятиях (опрос) и подготовку вопросов для обсуждения при консультации с преподавателем.

Работа с лекционным материалом не завершается по окончании лекции. На 2 часа лекции необходимо затратить около часа на работу с конспектом. За это время необходимо перечитать записи, пополнить их данными, которые удалось запомнить из речи преподавателя, но не удалось записать. Работая с конспектом, нужно отметить непонятные вопросы, для выяснения, которые у преподавателя на консультации. Отдельно следует выделить связанные с темой лекции вопросы, которые преподаватель поручил проработать самостоятельно.

Вопросы для самостоятельного изучения представлены в п. 5.

Самостоятельная работа в ходе **практических работ** включает выполнение заданий к практическим занятиям, в частности решение задач различного уровня сложности. Задачи приведены в методических указаниях к практическим занятиям и фондах оценочных средств.

Зная тему практического занятия, необходимо готовиться к нему заблаговременно. Для эффективной подготовки к практическому занятию необходимо иметь методическое руководство к практическим работам.

Критерии оценивания практических занятий представлены в фонде оценочных средств.

При проверке практического задания, оцениваются: последовательность и рациональность изложения материала; полнота и достаточный объем ответа; научность в оперировании основными понятиями; использование и изучение дополнительных литературных источников.

## **8 Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Аудиторная самостоятельная работа по учебной дисциплине осуществляется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя без его непосредственного участия.

Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать специфику изучаемой учебной дисциплины, индивидуальные особенности обучающегося.

Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как единство двух форм:

1. самоконтроль и самооценка обучающегося;
2. контроль и оценка со стороны преподавателя.

## **9 Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции**

В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

В ходе подготовки к семинарам изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Подготовить тезисы для выступлений по всем учебным вопросам, выносимым на семинар. Готовясь к докладу или реферативному сообщению, обращаться за методической помощью к преподавателю. Составить план-конспект своего выступления. Продумать примеры с целью обеспечения тесной связи изучаемой теории с реальной жизнью. Своевременное и качественное выполнение самостоятельной работы базируется на соблюдении настоящих рекомендаций и изучении рекомендованной литературы. Студент может дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы, и в дальнейшем использовать собственные подготовленные учебные материалы при написании работ.

## **10 Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям**

Практическое занятие – один из самых эффективных видов учебных занятий, на которых студенты учатся творчески работать, аргументировать и отстаивать свою позицию, правильно и доходчиво излагать свои мысли перед аудиторией. Основное в подготовке и проведении практических занятий – это самостоятельная работа студента над изучением темы. Студент обязан точно знать план занятия либо конкретное задание к нему. На занятии обсуждаются узловые вопросы темы, однако там могут быть и такие, которые не были предметом рассмотрения на лекции. Могут быть и специальные задания к той или иной теме.

Готовиться к практической работе следует заранее. Необходимо внимательно ознакомиться с планом и другими материалами, уяснить вопросы, выносимые на обсуждение. Затем нужно подобрать литературу и другой необходимый, в т.ч. рекомендованный, материал (через библиотеку, учебно-методический кабинет кафедры и др.). Но прежде всего, следует обратиться к своим конспектам лекций и соответствующему разделу учебника. Изучение всех источников должно идти под углом зрения поиска ответов на выносимые на практико-ориентированные занятия вопросы.

Завершающий этап подготовки к занятиям состоит в выполнении индивидуальных заданий.

В случае пропуска занятия студент обязан подготовить материал и отчитаться по нему перед преподавателем в обусловленное время. Может быть предложено отдельным бакалаврам, ввиду их слабой подготовки, более глубоко освоить материал и прийти на индивидуальное собеседование.

Студент не допускается к промежуточной аттестации, если у него есть задолженность по практическим работам.