Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 03.06.2024 16:23:36
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735a18bcab

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
«17» февраля 2024 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# «Гидропневмоавтоматика и гидропривод

Направление подготовки/специальность
**15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств**

Профиль/специализация
**Компьютерное проектирование оборудования и производств**

Квалификация
**Бакалавр**

Формы обучения
**Очная**

Москва, 2023г.

**Разработчик(и):**

Профессор каф. «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М. Б. Генералова»,

д.т.н., профессор  /М. Г. Лагуткин/

**Согласовано:**
Заведующий кафедрой «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М.Б.Генералова»,

к.т.н.,  /А.С.Кирсанов/

Оглавление

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ..... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ..... 4
3. Структура и содержание дисциплины ..... 5
3.1.1. Очная форма обучения ..... 5
3.2.1. Очная форма обучения ..... 5
3.4.1. Семинарские/практические занятия ..... 6
3.4.2. Лабораторные занятия ..... 6
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ..... 6
5. Материально-техническое обеспечение ..... 7
6. Методические рекомендации ..... 7
7. Фонд оценочных средств ..... 10
7.2.1 Шкала оценивания лабораторных работ ..... 10
7.2.1Шкала оценивания доклада ..... 10
7.3.1. Текущий контроль ..... 11
7.3.2. Промежуточная аттестация ..... 12

## 1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целями освоения учебной дисциплины «Гидропневмоавтоматика и гидропривод являются:

– формирование знаний о законах и современных математических зависимостях описывающих физические процессы, происходящие в потоках жидкостей и газов, и использование этих законов и зависимостей для решения технических задач;

– формирование знаний о современных гидравлических машинах и физических процессах, происходящих в них, а также использование этих знаний для решения технических задач, в том числе формирование умений применения исследовательских методов гидромеханики в практической деятельности.

Задачи дисциплины: изучение законов равновесия и движения жидкостей, а также расчетных зависимостей практической гидравлики; освоение на базе этих законов и эмпирических зависимостей методов расчета движения жидкости через элементы технических устройств и гидравлические машины; изучение устройства и принципов работы гидравлических машин, используемых в

автоматизированных производствах химических предприятий. Обучение по дисциплине «Гидропневмоавтоматика и гидропривод направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| **Код и наименование компетенций** | **Индикаторы достижения компетенции** |
|---|---|
| ОПК - 3. Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование | ИОПК-3.1. Знает способы внедрения и освоения нового технологического оборудования.<br>ИОПК-3.2. Применяет знания по внедрению и освоению нового технологического оборудования.<br>ИОПК-3.3. Применяет знания по освоению нового технологического оборудования. |
| ОПК – 9 Способен участвовать в разработке проектов изделий машиностроения | ИОПК-9.1. Знает требования к разработке проектов изделий машиностроения и профильного оборудования<br>ИОПК-9.2. Принимает участие в разработке<br>проектов изделий машиностроения и профильного оборудования<br>ИОПК-9.3. Владеет навыками разработки проектов изделий машиностроения и профильного оборудования |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Гидропневмоавтоматика и гидропривод относится к учебным дисциплинам обязательной части блока Б1 «Дисциплины и модули» образовательной программы «Компьютерное проектирование оборудования и производств» направления 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, квалификация (степень) – бакалавр.

Освоение дисциплины «Гидропневмоавтоматика и гидропривод в 3-м семестре необходимо для последующего освоения дисциплин «Конструкторско-технологическое обеспечение проектирование аппаратов отрасли».

# 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часов).

## 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

**3.1.1.** Очная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры | |
|---|---|---|---|---|
| | | | **3** | |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **54** | 54 | |
| | В том числе: | | | |
| 1.1 | Лекции | 36 | 36 | |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | - | - | |
| 1.3 | Лабораторные занятия | 18 | 18 | |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **90** | 90 | |
| | В том числе: | | | |
| 2.1 | Реферат | | | |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | | | |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | **экзамен** | экзамен | |
| | **Итого** | **144** | 144 | |

## 3.2 Тематический план изучения дисциплины

**3.2.1.** Очная форма обучения

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Всего** | **Аудиторная работа** | | | | **Самостоятельная работа** |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| 1.1 | Введение. | 28 | 7 | | 3 | | 18 |
| 1.2 | Гидростатика. | 28 | 7 | | 3 | | 18 |
| 1.3 | Гидродинамика. | 29 | 7 | | 4 | | 18 |
| 1.4 | Гидравлические сопротивления. | 29 | 7 | | 4 | | 18 |
| 1.5 | Насосы и гидроприводы | 30 | 8 | | 4 | | 18 |
| **Итого** | | **144** | **36** | | **18** | | **90** |

## 3.3 Содержание дисциплины

**Тема 1. Введение.**
Жидкость и газ. Силы, действующие в жидкости и газе. Свойства жидкостей и газов.

**Тема 2. Гидростатика.**
Основной закон гидростатики. Уравнения Паскаля и Архимеда. Способы измерения давления. Сила, действующая на стенки.
**Тема 3. Гидродинамика.**
Основные понятия и определения. Уравнение расходов (уравнение неразрывности). Уравнения Эйлера и Навье-Стокса соответственно для движения идеальной и реальной жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости. Способы измерения напоров. Трубка Пито для замера скоростных напоров в потоках жидкости и газа. Уравнение Бернулли для реальной жидкости. Учет потерь энергии, уравнения Вейсбаха и Дарси-Вейсбаха. Гидродинамическое подобие потоков жидкости и газа. Режимы течения. Кавитация.
**Тема 4. Гидравлические сопротивления.**
Ламинарное течение. Турбулентное течение. Турбулентное течение в гладких и шероховатых трубах. Расчёт трубопроводов. Местные сопротивления.
**Тема 5. Насосы и гидроприводы.**
Центробежные и лопастные насосы, устройство и принцип работы. Характеристики центробежного насоса. Характеристики других лопастных насосов. Лопастные гидродвигатели. Объемные насосы. Принцип действия и общие свойства. Поршневые насосы. Особенности плунжерных и диафрагменных насосов. Неравномерность подачи и способы ее снижения. Роторные насосы Принцип действия и общие свойства. Основные разновидности роторных насосов: шестеренные, винтовые, пластинчатые, аксиально-поршневые, радиально-поршневые. Характеристики насосов и насосных установок. Объемные гидравлические двигатели. Струйные насосы.

### 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

**3.4.1. Семинарские/практические занятия**
Не предусмотрены

**3.4.2. Лабораторные занятия**

**Лабораторное занятие 1.** «Демонстрация закона Паскаля».

**Лабораторное занятие 2.** «Демонстрация закона Архимеда».

**Лабораторное занятие 3.** «Демонстрация закона Бернулли».

**Лабораторное занятие 4.** «Измерение гидравлического сопротивления»

**Лабораторное занятие 5.** «Исследование работы объёмного насоса»

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)
Не предусмотрены

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Основная литература

1. Л.А. Тарасова, Г.Е. Зайцев, Т.Н. Романков Гидравлика и гидравлические машины. Учебное пособие. – М.: МГУИЭ, 2006. 208 с.

2. В.Г. Систер, М.Г. Лагуткин Процессы и аппараты химической технологии. Учебник. Часть I – Москва: Московский Политех, 2018. 372 с.
3. Машины и аппараты химических производств: Учебное пособие для вузов/ А.С.Тимонин, Б.Г.Балдин, В.Я.Борщев, Ю.И.Гусев и др./ Под общей редакцией А.С.Тимонина.- Калуга: Издательство Н.Ф.Бочкаревой. 2008. - 872 с.

### 4.2 Дополнительная литература

1. Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета технологического и прочностного оборудования. Справочник. Т. 1, 2, 3. – Калуга: Издательство Н.Бочкаревой, 2001 г. – 990, 980, 990 с.
2. Машиностроение. Энциклопедия. Машины и аппараты химических и нефтехимических производств. Т 1V – 12 (М.Б. Генералов и др. 2004 – 832 с.

### 4.3 Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрены

### 4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. По всем разделам дисциплины имеются прикладные программы расчета, выполненные в системе MathCad.

### 4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. https://mospolytech.ru/obuchauschimsya/biblioteka/ - Интернет-ресурсы Московского Политеха включают учебно-методические материалы в электронном виде.
2. Единый портал интернет-тестирования в сфере образования (i-exam.ru) , Федеральный интернет-экзамен в сфере профессионального образования (i-exam.ru) - Варианты контрольных заданий по дисциплине.

## 5. Материально-техническое обеспечение

Учебные лаборатории кафедры «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств имени профессора М.Б. Генералова» полностью оснащены оборудованием и приборами для проведения лабораторных работ. Имеются методические указания по проведению конкретных видов занятий, а также используемых в учебном процессе технических средств обучения. Кафедра располагает компьютерным классом для проведения, как семинарских и практических занятий, так и для выполнения виртуальных лабораторных работ.

## 6. Методические рекомендации

## 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Надежность технических систем» необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических занятий обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Изучение дисциплины завершается экзаменом.

Преподаватель, принимающий экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

## 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов получения образования обучающимися и направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовку к лекционным и семинарским
- (практическим) занятиям
- выполнение контрольных заданий
- подготовка к тестированию с использованием общеобразовательного портала
- написание и защита реферата по предложенной теме.

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что проводить самостоятельные занятия следует регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Не следует откладывать работу также из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Настроение нужно создавать самому. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала. Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени

будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

# 7. Фонд оценочных средств

## 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности представлены в таблице.

Перечень обязательных работ, выполняемых в течение семестра по дисциплине «Гидропневмоавтоматика и гидропривод»

| Вид работы | Форма отчетности и текущего контроля |
|---|---|
| Лабораторные работы | Оформленные отчеты (журнал) лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «удовлетворительно/хорошо/отлично», если выполнены и оформлены все работы. |
| Доклад | Представить один доклад по выбранной теме с оценкой преподавателя «удовлетворительно/хорошо/отлично», если представлен один реферат в форме презентации и на бумажном носителе. |

## 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

### 7.2.1 Шкала оценивания лабораторных работ

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| Неудовлетворительно | Не выполнены требования к написанию и защите лабораторной работы: неправильно оформлена работа, неправильно подсчитаны значения, не сформулирован вывод. |
| Удовлетворительно | Выполнены не все требования к написанию и защите лабораторной работы: неправильно оформлена работа, неправильно сформулирован вывод, но правильно подсчитаны значения. |
| Хорошо | Выполнены все требования, но с недочетами: незначительные ошибки в оформлении работы, неточности в формулировке выводов. Правильно подсчитаны значения. |
| Отлично | Выполнены все требования к написанию и защите лабораторной работы: верно подсчитаны значения, сформулирован вывод, соблюдены требования к оформлению. |

### 7.2.1 Шкала оценивания доклада

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|

| | |
|---|---|
| Неудовлетворительно | Тема доклада не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы. |
| Удовлетворительно | Выполнены не все требования к написанию и защите доклада: не сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и нелогично изложена собственная позиция, не выдержан объём, не соблюдены требования к внешнему оформлению. |
| Хорошо | Выполнены все требования, но с недочетами: незначительные ошибки в оформлении презентации. В устном докладе раскрыта основная тема, студент ответил на поставленные вопросы. |
| Отлично | Выполнены все требования к написанию и защите доклада: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы, подготовлена презентация. |

## 7.3 Оценочные средства

### 7.3.1. Текущий контроль

#### 7.3.1.1 Темы докладов по дисциплине «Гидропневмоавтоматика и гидропривод

1. Открытие основных законов гидростатики.
2. Закон Архимеда.
3. Особенности измерения давления.
4. Гидростатика. Значение, примеры, основные понятия.
5. Гидродинамика. Значение, примеры, основные понятия.
6. Взаимосвязь уравнений Эйлера и Новье-Стокса.
7. Идеальная жидкость. Условия.
8. Особенности измерения напоров жидкости и газа.
9. Трубка Пито. Значение, история открытия.
10. Разновидности течений.
11. Гидравлические сопротивления. Значение, примеры, основные понятия.
12. Местные сопротивления. Значение, примеры.
13. Классификация насосов.
14. Центробежный насос. Принцип действия, конструкции.
15. Лопастной насос. Принцип действия, конструкции.
16. Объемные насосы. Принцип действия, конструкции.
17. Поршневые насосы. Принцип действия, конструкции.
18. Роторные насосы. Принцип действия, конструкции.

#### 7.3.1.2 Темы лабораторных работ по дисциплине «Гидропневмоавтоматика и гидропривод

Тематика лабораторный работ изложена в пункте 3.4.

### 7.3.2. Промежуточная аттестация

#### 7.3.2.1. Вопросы к экзамену по дисциплине «Гидропневмоавтоматика и гидропривод»

1. Классификация и принцип работы гидроприводов.

2. Преимущества и недостатки гидропривода.

3. Характеристики рабочих жидкостей. Выбор и эксплуатация рабочих жидкостей.

4. Гидравлические линии. Соединения. Расчет гидролиний.

5. Гидравлические машины шестеренного типа.

6. Пластинчатые насосы и гидромоторы.

7. Радиально-поршневые насосы и гидромоторы.

8. Аксиально-поршневые насосы и гидромоторы.

9. Классификация гидроцилиндров.

10. Гидроцилиндры прямолинейного действия.

11. Расчет гидроцилиндров.

12. Поворотные гидроцилиндры.

13. Гидрораспределители и их типы.

14. Напорные, редукционные и обратные гидроклапаны.

15. Дроссели и регуляторы расхода.

16. Гидробаки и теплообменники.

17. Фильтры. Уплотнительные устройства.

18. Гидравлические аккумуляторы. Гидрозамки.

19. Гидравлические реле давления и времени .

20. Классификация гидроусилителей. Основные типы. .

21. Дроссельное регулирование.

22. Объемное регулирование.

23. Комбинированное регулирование.

24. Гидросистемы с регулируемым насосом и дросселем.

25. Гидросистемы с двухступенчатым усилением.

26. Гидросистемы непрерывного (колебательного) движения.

27. Электрогидравлические системы с регулируемым насосом.

28. Гидросистемы с двумя спаренными насосами.

29. Питание одним насосом двух и несколько гидродвигателей.

30. Общие сведения о применении газов в технике.

31. Особенности пневматического привода, достоинства и недостатки.

32. Подготовка сжатого воздуха.

33. Исполнительные пневматические устройства .

34. Воздушные линии пневмоприводов.

35. Механизмы с гибкими разделителями (пневмоцилиндры).

36. Классификация пневмоцилиндров.

37. Пневмоцилиндры прямолинейного действия.

38. Расчет пневмоцилиндров.

39. Ограничители расхода воздуха.

40. Делители (сумматоры) потока.

41. Дроссели и регуляторы расхода.

42. Пневмобаки и рессиверы.

43. Воздушные фильтры.

44. Пневматические аккумуляторы.

45. Пневматические реле.

46. Средства измерения параметров пневмосистем.

47. Мембранная техника в пневмоавтоматике. Система элементов УСЭППА.

48. Математические и логические операции, реализуемые на

пневматических элементах УСЭППА.

49. Сравнение и алгебраическое суммирование сигналов.

Умножение и деление сигналов. Временные операции.

50. Усиление сигналов по уровню и мощности. Запоминание сигналов.

51. Схемы автоматического управления на элементах УСЭППА.

52. Алгебра логики в пневмоавтоматике.

53. Датчики технологических параметров и преобразователи.

54. Пневматические регуляторы с постоянной структурой.

55. Пневматические регуляторы с переменной структурой.

56. Принципы реализации регуляторов.

ПД — ПИД-регуляторы.

57. Элементы струйной техники. Классификация элементов струйной техники.

58. Струйные элементы, выполняющие логические операции.

59. Цифровые струйные устройства.

60. Струйные усилители.