

**МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  
**(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Страхов С. Ю.  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМ ПРИВОДОВ

Направление/специальность подготовки	15.04.06 Мехатроника и робототехника
Специализация/профиль/программа подготовки	Современные робототехнические системы и комплексы
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
6	11	5	180	68	34	0	34	112	36	0	76	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

**15.04.06 Мехатроника и робототехника**

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И  
РОБОТОТЕХНИКА

Королев Владимир Александрович, д.т.н., профессор, профессор

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Стажков С.М., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА**

Заведующий кафедрой Стажков С.М., д.т.н., проф.

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМ ПРИВОДОВ**

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-2.2 — способность участвовать в подготовке технического задания на проектирование и разработку мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных устройств с использованием современных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники
ПСК-2.3 — способность разрабатывать конструкторскую и проектную документацию мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями
ПСК-2.4 — способность применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и для подготовки конструкторско-технологической документации

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-2.2**

*знания:*

об основных этапах конструирования систем приводов;

### **ПСК-2.3**

*навыки:*

составления принципиальных схем приводов.

### **ПСК-2.4**

*навыки:*

использования современных программных пакетов для целей конструирования систем приводов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМ ПРИВОДОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.04.06 Мехатроника и робототехника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ПРИВОДОВ МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ВЫПОЛНЕНИЕ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-11 — способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем
- ОПК-5 — способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью с учетом стандартов, норм и правил
- ПСК-2.2 — Способен участвовать в подготовке технического задания на проектирование и разработку мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных устройств с использованием современных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-2.2	ПСК-2.3	ПСК-2.4
6	11	<b>Раздел 1. Основные понятия и определения.</b> 1.1. Процесс конструирования систем приводов мехатронных модулей. 1.2. Состав и структура современных исполнительных приводов мехатронных модулей.	20	8	4	4	12	10	10	10
6	11	<b>Раздел 2. Принципы и методы конструирования.</b> 2.1. Основы методики конструирования и проектирования систем приводов. 2.2. Составление исходных требований и технического задания на разработку систем приводов.	26	10	6	4	16	15	20	10
6	11	<b>Раздел 3. Структура исполнительных систем мехатронных модулей.</b> 3.1. Системы и типы исполнительных приводов. 3.2. Гидравлические исполнительные системы. 3.2.1. Гидравлические системы релейного управления. 3.2.2. Гидроусилители, позиционный гидравлический привод. 3.3. Пневматический исполнительный привод. 3.4. Электропневматический исполнительный привод.	36	12	6	6	24	30	30	10
6	11	<b>Раздел 4. Особенности технологии изготовления.</b> 4.1. Технологические особенности исполнительных систем. 4.2. Технология изготовления распределительных и регулирующих устройств.	26	8	4	4	18	10	10	5
6	11	<b>Раздел 5. Применение САПР в конструировании.</b> 5.1. Использование САПР при проектировании пневматических исполнительных систем. 5.2. Численные методы решения уравнений динамики исполнительных систем.	32	12	4	8	20	20	10	50
6	11	<b>Раздел 6. Обеспечение надёжности систем приводов.</b> 6.1. Основные показатели надёжности исполнительных систем. 6.2. Обеспечение надёжности исполнительных систем.	26	10	6	4	16	10	15	10
6	11	<b>Раздел 7. Особенности разработки исполнительных приводов для экстремальных сред.</b> 7.1 Приводы для экстремальных сред, их разновидности, особые требования. 7.2 Специфика конструирования приводов роботов для экстремальных сред.	14	8	4	4	6	5	5	5
<b>Всего за 11 семестр</b>			180	68	34	34	112	100	100	100
<b>Всего по дисциплине</b>			180	68	34	34	112	100	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные понятия и определения.	Основы методики конструирования и проектирования систем приводов мехатронных модулей роботов и манипуляторов	4
2	Раздел 2. Принципы и методы конструирования.	Составление исходных требований и технического задания на разработку систем приводов роботов и манипуляторов	2
3		Состав и структура современного исполнительного привода мехатронной системы	1
4		Примеры разработки проектных обликов мехатронных и робототехнических систем	1
5	Раздел 3. Структура исполнительных систем мехатронных модулей.	Расчет статических и динамических нагрузок модулей	2
6		Выбор механической передачи робототехнической системы	2
7		Расчет на прочность и жесткость исполнительных устройств	2
8	Раздел 4. Особенности технологии изготовления.	Технология изготовления распределительных и регулирующих устройств ИС ММРиМ.	4
9	Раздел 5. Применение САПР в конструировании.	Математическое обеспечение САПР и моделирование ИС ММРиМ	4
10		Численные методы решения уравнений динамики	4

		исполнительных систем ММРиМ	
11	Раздел 6. Обеспечение надёжности систем приводов.	Основные законы распределения наработки	2
12		Обеспечение надёжности исполнительных систем ММРиМ.	2
13	Раздел 7. Особенности разработки исполнительных приводов для экстремальных сред.	Приводы для ММРиМ для экстремальных сред, их разновидности, особые требования.	4
<b>Всего за 11 семестр</b>			<b>34</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия и определения.	Основы методики конструирования и проектирования систем приводов мехатронных модулей роботов и манипуляторов	12
2	Раздел 2. Принципы и методы конструирования.	Составление исходных требований и технического задания на разработку систем приводов роботов и манипуляторов	16
3	Раздел 3. Структура исполнительных систем мехатронных модулей.	Структура исполнительных систем ММРиМ	24
4	Раздел 4. Особенности технологии изготовления.	Технология изготовления силовых исполнительных устройств.	18
5	Раздел 5. Применение САПР в конструировании.	Структурные схемы САПР исполнительных систем ММРиМ, последовательность работы САПР исполнительных систем ММРиМ.	20
6	Раздел 6. Обеспечение надёжности систем приводов.	Основные показатели надёжности исполнительных систем. Модели отказов.	8
7		Структурные методы расчёта надёжности.	8
8	Раздел 7. Особенности разработки исполнительных приводов для экстремальных сред.	Специфика конструирования приводов роботов для экстремальных сред	6
<b>Всего за 11 семестр</b>			<b>112</b>

### 3.4. Курсовой проект

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Разработка функциональной схемы системы приводов	3 - 5	8
Этап 2. Расчёт и выбор элементов системы, динамический расчёт	6 - 9	8
Этап 3. Разработка конструкции системы	10 - 13	12
Этап 4. Оформление пояснительной записки. Подготовка к защите и защита курсового проекта	14 - 15	8
<b>Всего за 11 семестр</b>		<b>36</b>

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>11</b>				Собес		ДР	КП			ДР	КП			КП	Собес	ДР	

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Собес – собеседование;
- КП – курсовой проект.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- собеседование;
- курсовой проект.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Выбор двигателей *maxon motor*. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
2. А. П. Лукинов. . Проектирование мехатронных и робототехнических устройств. СПб.: Лань, 2022, эл. рес.
3. В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Гидравлические усилители. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, эл. рес.
4. В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Гидравлические усилители. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021, 45 экз.
5. В. В. Аникин, Т. Е. Мартынова. . Автоматизация инженерных расчётов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, эл. рес.
6. В. В. Самсонов, Г. А. Красильникова. . Автоматизация конструкторских работ в среде Компас-3D. М.: Академия, 2009, 6 экз.
7. Е. И. Юревич. . Основы робототехники. СПб.: БХВ-Петербург, 2007, 41 экз.
8. И. А. Каляев, В. М. Лохин, И. М. Макаров. . Интеллектуальные роботы. Москва: Машиностроение, 2007, эл. рес.
9. И. Л. Коробова. . Надёжность автоматических систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
10. Ю. В. Подураев. . Мехатроника: основы, методы, применение. Москва: Машиностроение, 2007, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <http://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина **КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМ ПРИВОДОВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *15.04.06 Мехатроника и робототехника*. Дисциплина реализуется на факультете И Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой И8 СИСТЕМЫ ПРИВОДОВ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-2.2 способность участвовать в подготовке технического задания на проектирование и разработку мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных устройств с использованием современных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники;

ПСК-2.3 способность разрабатывать конструкторскую и проектную документацию мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями;

ПСК-2.4 способность применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и для подготовки конструкторско-технологической документации.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с конструированием систем приводов мехатронных и робототехнических систем и комплексов, выбором структуры исполнительной системы мехатронных модулей роботов и манипуляторов, применением САПР при конструировании, вопросами обеспечения надёжности конструируемой системы.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- собеседование;
- курсовой проект.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 з.е., **180 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**112 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 180 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 112 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Основные понятия и определения.</b>		
Основы методики конструирования и проектирования систем приводов мехатронных модулей роботов и манипуляторов	И. А. Каляев, В. М. Лохин, И. М. Макаров. . Интеллектуальные роботы: Москва: Машиностроение, 2007 (4) Ю. В. Подураев. . Мехатроника: основы, методы, применение: Москва: Машиностроение, 2007 (2)	12
Итого по разделу 1		12
<b>Раздел 2. Принципы и методы конструирования.</b>		
Составление исходных требований и технического задания на разработку систем приводов роботов и манипуляторов	А. П. Лукинов. . Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: СПб.: Лань, 2022 (2-7)	16
Итого по разделу 2		16
<b>Раздел 3. Структура исполнительных систем мехатронных модулей.</b>		
Структура исполнительных систем ММРиМ	. Выбор двигателей maxon motor: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1-3) В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Гидравлические усилители: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-6) В. А. Королёв, С. М. Стажков. . Гидравлические усилители: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2021 (1-6)	24
Итого по разделу 3		24
<b>Раздел 4. Особенности технологии изготовления.</b>		
Технология изготовления силовых исполнительных устройств.	Е. И. Юревич. . Основы робототехники: СПб.: БХВ-Петербург, 2007 (3,4,5)	18
Итого по разделу 4		18
<b>Раздел 5. Применение САПР в конструировании.</b>		
Структурные схемы САПР исполнительных систем ММРиМ, последовательность работы САПР исполнительных систем ММРиМ.	В. В. Аникин, Т. Е. Мартынова. . Автоматизация инженерных расчётов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (2-5) В. В. Самсонов, Г. А. Красильникова. . Автоматизация конструкторских работ в среде Компас-3D: М.: Академия, 2009 (3-6)	20
Итого по разделу 5		20
<b>Раздел 6. Обеспечение надёжности систем приводов.</b>		

Основные показатели надёжности исполнительных систем. Модели отказов.	И. Л. Коробова. . Надёжность автоматических систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (1-5)	8
Структурные методы расчёта надёжности.		8
Итого по разделу 6		16
Раздел 7. Особенности разработки исполнительных приводов для экстремальных сред.		
Специфика конструирования приводов роботов для экстремальных сред	Е. И. Юревич. . Основы робототехники: СПб.: БХВ-Петербург, 2007 (12)	6
Итого по разделу 7		6

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- собеседование;
- курсовой проект;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Собеседование

Тема: Особенности разработки приводов ММРиМ для экстремальных сред.

Ожидаемый результат - контроль освоения студентом данной тематики. При количестве правильных ответов на вопросы преподавателя менее 75% проводятся дополнительные пояснения по теме собеседования.

#### Курсовой проект

Оформление КП - в соответствии с Положением по содержанию, оформлению, организации выполнения и защиты курсовых проектов и курсовых работ БГТУ "ВОЕНМЕХ".

Оценка за курсовой проект определяется на основании качества выполнения проекта и успешности защиты. При защите проекта студент должен правильно ответить более чем на 75% вопросов преподавателя.

Темы курсовых проектов (по вариантам):

Статический синтез и динамический анализ модуля гидравлического промышленного робота.

#### Экзамен

Для получения допуска к экзамену необходимо сдать не менее двух этапов курсового проекта.

Список вопросов к экзамену приведён в УМК дисциплины.

Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, содержащим 2 вопроса, время на подготовку ответов - 20 минут. При правильных и полных ответах оценка отлично. Если ответ неполный, преподаватель задаёт дополнительные вопросы. При правильных ответах на все вопросы - оценка отлично, в противном случае если правильных ответов более 80% - оценка хорошо. Для получения удовлетворительной оценки нужно правильно ответить не менее чем на 60% вопросов.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %			НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-2.2	ПСК-2.3	ПСК-2.4	
6	11	Раздел 1. Основные понятия и определения.	20	8	4	4	12	10	10	10	Собеседование
6	11	Раздел 2. Принципы и методы конструирования.	26	10	6	4	16	15	20	10	Курсовой проект
6	11	Раздел 3. Структура исполнительных систем мехатронных модулей.	36	12	6	6	24	30	30	10	Курсовой проект
6	11	Раздел 4. Особенности технологии изготовления.	26	8	4	4	18	10	10	5	Курсовой проект
6	11	Раздел 5. Применение САПР в конструировании.	32	12	4	8	20	20	10	50	Курсовой проект
6	11	Раздел 6. Обеспечение надёжности систем приводов.	26	10	6	4	16	10	15	10	Курсовой проект
6	11	Раздел 7. Особенности разработки исполнительных приводов для экстремальных сред.	14	8	4	4	6	5	5	5	Собеседование
Всего за 11 семестр			180	68	34	34	112	100	100	100	
Всего по дисциплине			180	68	34	34	112	100	100	100	

## Критерии оценивания

### ПСК-2.2

*Вопросы открытого типа:*

- № 1 Максимальное давление в гидросистеме это:  
№ 2 Чему равна допустимая перегрузка гидравлического предохранительного клапана?  
(указать ответ без %)  
№ 3 На какую температуру ориентируются при выборе температуры рабочей жидкости в гидросистеме?

№ 4

Какой элемент гидропривода, влияющий на его работу, следует в первую очередь контролировать при эксплуатации?

- № 5 Рекомендуйте пневмораспределитель для пневмоцилиндра при вертикальном перемещении нагрузки?  
№ 6 Какое давление в пневмосистеме используют при расчете динамических параметров этой системы?  
№ 7 Какое давление в пневмосистеме используют при расчете производительности этой системы?  
№ 8 Какое давление в пневмосистеме используют при расчете пропускной способности пневмоэлементов этой системы?  
№ 9 Бистабильный пневмораспределитель – это?  
№ 10 При недостаточном усилии, создаваемом гидроцилиндром, следует:

*Вопросы закрытого типа:*

- № 1 **Уравнение Бернулли справедливо при наличии безнапорного (отсутствие избыточного давления жидкости) течения жидкости?**

**Верно;**

**Неверно.**

- № 2 **Объемное регулирование скорости гидродвигателя можно обеспечить только с помощью дросселя?**

**Верно;**

**Неверно.**

- № 3 **Какая из зависимостей характеризует оптимальное рабочее давление насоса?**

$$\begin{aligned}\eta_{\text{э}} &= \eta_{\text{э}}(p); \\ Q_{\text{н}} &= Q(p); \\ N_{\text{н}} &= N_{\text{н}}(p); \\ N_{\text{пд}} &= N_{\text{пд}}(p).\end{aligned}$$

- № 4 При разработке ТЗ на манипулятор следует учесть, что на верхнем уровне управления роботом-манипулятором осуществляется:

анализ информации о внешней среде, получаемой от сенсорной системы, и синтез моделей, на базе которых выполняется планирование действия робота;

синтез функционально законченных сложных действий, в результате которых решается конкретная задача;

управление по отдельным степеням подвижности робота и представляет собой систему управления приводами;

всё вышеперечисленное.

№ 5 Какой из показателей «наработки до отказа» следует обязательно учитывать при проектировании системы приводов?

приводящий к опасным последствиям;

приводящий к полной потере работоспособности привода;

приводящий к полной потере работоспособности части привода;

приводящий к частичной потере работоспособности привода.

№ 6 Приведенная формула



справедлива для определения гидравлических потерь в трубопроводе?

Верно;

Неверно.

№ 7 Выберите правильную формулу определения гидравлических потерь напора жидкости в местных сопротивлениях?

$$\left| \begin{array}{l} h = \xi \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}; \\ h = \xi \frac{v^2}{2g} \gamma; \\ h = \xi \frac{v^2}{2g}; \\ h = \xi \frac{l\Omega}{2g}; \end{array} \right.$$

№ 8 Эта формула расхода жидкости

$$Q = \mu \Omega \sqrt{2g \frac{(P_1 - P_2)}{\gamma}}$$

Верно;

Неверно.

№ 9 С помощью чего обеспечивается стабилизация скорости движения неповоротного пневмодвигателя?

с помощью механического трения;

с помощью пневматического дросселя;

с помощью параллельного подключения автономного неповоротного пневмодвигателя;

с помощью пневматического предохранительного клапана.

№ 10 Какие из указанных коэффициентов усиления дают обобщающее представление о скоростных и тяговых свойствах следящей гидросистемы?

$$\begin{aligned} K_p &= \frac{dP}{dx}; \\ K_R &= \frac{dR}{dx}; \\ K_V &= \frac{dV}{dx}; \\ K_Q &= \left. \frac{dQ}{dx} \right| \end{aligned}$$

### ПСК-2.3

*Вопросы открытого типа:*

- № 1 При недостаточном усилии, создаваемом гидроцилиндром, следует:  
 № 2 Для замедления движения гидроцилиндра следует:  
 № 3

Автоколебания в гидравлической системе могут быть вызваны в первую очередь:

- № 4 Проседание гидравлических домкратов при длительном нахождении под нагрузкой, перед которыми в системе установлены гидрозамки, в первую очередь связано с?  
 № 5

$$\mathbf{W}_A^0 = \left( \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^n \frac{\partial^2 \Gamma}{\partial q_i \partial q_j} \dot{q}_i \dot{q}_j + \frac{\partial \Gamma}{\partial q_i} \ddot{q}_i \right) \right) \mathbf{R}_A^n$$

При расчете кинематики манипулятора данная формула используется для вычисления?

- № 6 Какие системы управления приводами манипулятора принято называть адаптивными?  
 № 7 Коэффициент трения для резиновых манжет находится в пределе?  
 № 8 Что такое пневматический регулятор скорости?  
 № 9 Что такое редукционный клапан?  
 № 10 Что такое предохранительный клапан?

*Вопросы закрытого типа:*

- № 1 В чем главная особенность пневмопривода в сравнении с гидроприводом?

в относительно более низкой стоимости;

в простоте обслуживания;

в отсутствии возвратной воздушной магистрали;

в относительно более высокой точности.

- № 2 Что называется объёмным гидроприводом?

Привод, в состав которого входит гидравлический механизм, в котором жидкость находится под давлением, и в котором имеется один или более гидродвигателей;

Привод, в состав которого входит центробежный насос;

Привод, в состав которого входят компрессор и ДВС;

Привод, использующий гидродинамическую силу в качестве движущей.

- № 3 Какой насос предпочтительно использовать в качестве насоса подпитки для замкнутого гидравлического контура?

- Шестерённый;  
 Центробежный;  
 Радиально-поршневой;  
 Аксиально-поршневой.
- № 4 Наличие кавитации можно определить по следующим признакам:
- Каверны на штоке гидроцилиндра;  
 Царапины на штоке гидроцилиндра;  
 Гидродинамические силы в золотниковом распределителе;  
 Автоколебания гидравлической системы.
- № 5 Дроссельное управление гидроприводом имеет следующий недостаток:
- Чрезмерный нагрев жидкости при длительной работе;  
 Необходимость адаптивной системы управления;  
 Особые требования к производительности насоса;  
 Усложнение системы питания гидросистемы.
- № 6 Для решения обратной задачи манипулятора матрица частных передаточных отношений  $J$  связывает?
- Скорости  $V$  и обобщенные скорости  $Q$ ;  
 Направляющие косинусы  $Z$  и обратные матрицы  $M$ ;  
 Силы и моменты;  
 Ускорения  $A$  и пропорциональные движения  $H$ .
- № 7 При выборе привода с наибольшей энергоёмкостью следует в первую очередь рассмотреть?
- гидравлический привод;  
 пневматический привод;  
 электропривод;  
 механический привод.
- № 8 Какой привод наиболее применим при проектировании автоматических систем в химической промышленности?
- пневматический;  
 пневмогидравлический;  
 электрический;  
 гидравлический.

№ 9 Энергетическая установка для привода мехатронной системы выбирается в соответствии с критериями:

минимальная расчётная мощность при минимуме габаритов;

максимальное быстродействие безотносительно мощности;

максимально возможная мощность при допустимых габаритах;

наибольшая скорость вращения вала.

№ 10 Что не входит в основные параметры, характеризующие состояние воздуха для пневмосистем?

Плотность воздуха;

Содержание твёрдых частиц;

Содержание масла;

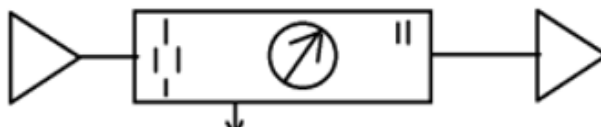
Влагосодержание.

#### ПСК-2.4

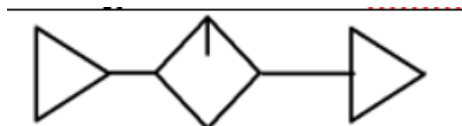
Вопросы открытого типа:

№ 1 Что такое глушитель?

№ 2 Какие функции выполняет пневмоэлемент?



№ 3 Какие функции выполняет пневмоэлемент?



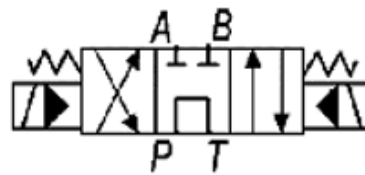
№ 4 Какие функции выполняет пневмоэлемент?



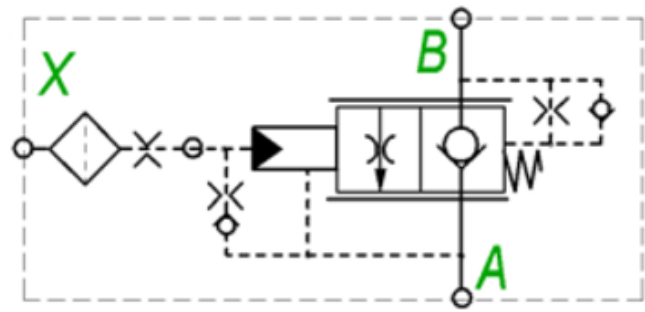
№ 5 Что изображено на картинке?



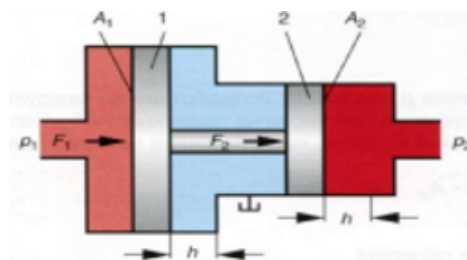
№ 6 Что можно сказать о гидрораспределителе, имеющем такое обозначение?



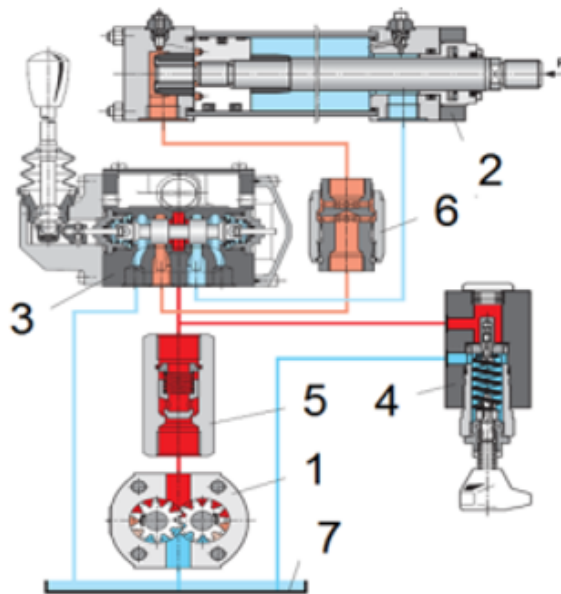
№ 7 Для чего в гидросистемах применяется двойной гидрозамок?  
 № 8 Какой гидроаппарат имеет такое условное обозначение?



№ 9 Схема какого устройства показана на рисунке?



№ 10 Что обозначено цифрой 4 и для чего это устройство предназначено?



*Вопросы закрытого типа:*

№ 1 Рекомендованная практикой величина перемещений длиноходовых пневмоцилиндров?

(11-20) D;

(8-10) D;

(21-25) D;

(26-30) D.

№ 2 Какие из показателей надёжности являются обязательными при конструировании систем приводов?

средняя наработка до отказа, приводящая к опасным последствиям;

средняя наработка до отказа, приводящая к полной потере работоспособности;

средняя наработка до отказа, приводящая к полной потере работоспособности части исполнительной системы привода;

средняя наработка до отказа, приводящая к сбоям работы системы энергоснабжения привода.

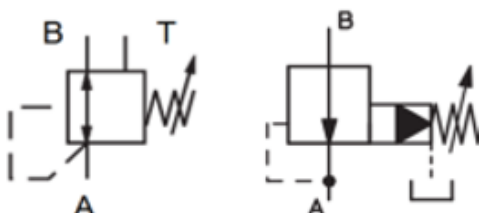
№ 3 Условные изображения каких гидроаппаратов показаны?

Слева – 3х-линейный, а, справа, 2х-линейный редукционные клапаны;

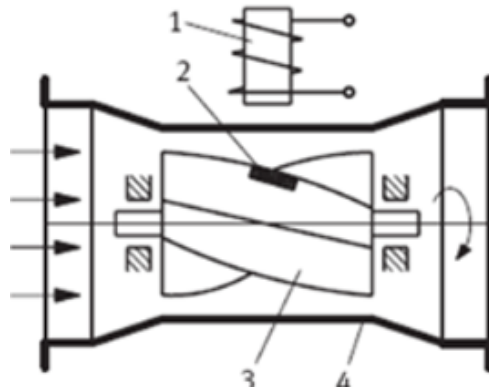
Одинаковые редукционные клапаны;

Одинаковые редукционные клапаны;

Слева – 3х-линейный, а, справа, 2х-линейный регуляторы потока.



№ 4



Что это?

Какой элемент обозначен цифрой 2?

Датчик расхода, вставка магнитного материала (2);

Датчик давления вставка магнитного материала (2);

Датчик расхода, дисбаланс (2);

Датчик объёма, неметаллическая вставка.

№ 5

Что это такое и где устанавливается в гидросистеме?

Датчик уровня, устанавливается на крышке гидробака;

Датчик давления устанавливается на крышке маслобака;

Датчик электропроводности масла, устанавливается на крышке гидробака;

Датчик загрязнения масла в гидробаке, устанавливается в любом месте этого бака.



№ 6

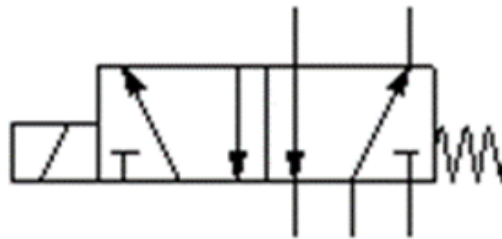
Что можно сказать о пневмораспределителе, имеющем такое обозначение?

5/2, моностабильный, с прямым электроуправлением;

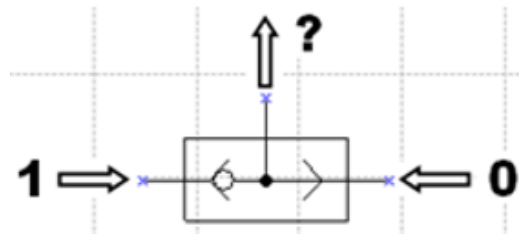
5/2, моностабильный, с непрямым электроуправлением;

5/2, моностабильный, нормально открытый, с электроуправлением;

5/2, моностабильный, нормально закрытый, с электроуправлением.



№ 7



Чему равен сигнал на выходе логического клапана?

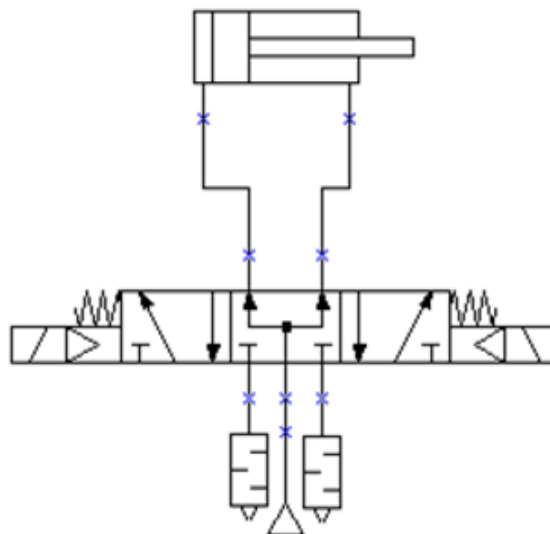
1;

0;

$\frac{1}{2}$ ;

-1.

№ 8



При подаче питания на левый электромагнит начнётся выдвижение штока. Как поведёт себя шток, если в середине хода питание электромагнита отключится?

Продолжит медленное выдвижение, пока не дойдёт до конца хода;

Остановится и будет удерживаться давлением в том положении, где остановился;

Начнёт втягиваться, пока не дойдёт до полностью втянутого положения;

Сила давления на поршне упадёт до нуля, шток остановится или будет перемещаться под действием силы тяжести и внешних сил.

№ 9

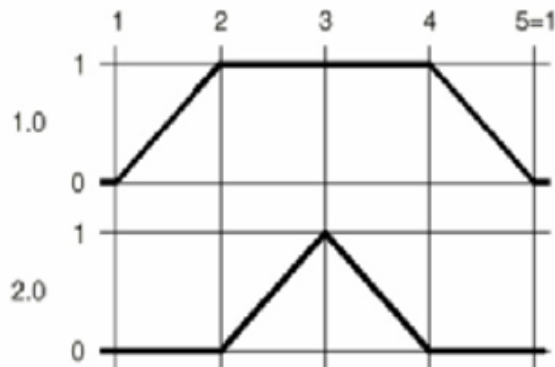
Какое действие выполняет цилиндр 2.0 на 2 и 3 шаге, согласно диаграмме "Шаг-Перемещение"?

На шаге 2 его шток выдвигается, а на шаге 3 – втягивается;

Ожидает команды от цилиндра 1.0;

Не движется;

На шаге 3 его шток выдвигается, а на шаге 2 – втягивается.



№ 10      Какое устройство обозначено цифрой 2?

Датчик обратной связи по положению поршня гидроцилиндра;

Пропорциональный клапан;

Гидроцилиндр;

Электронный усилитель.

