

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

27.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б.1.2.11 Приводы мехатронных и робототехнических систем

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

Направление подготовки  
(специальность)

09.03.02 Информационные системы и технологии

Квалификация выпускника

Бакалавр

*(бакалавр/магистр/специалист)*

Направленность

Интеллектуальная робототехника

Курс 4  
Семестр 7

**Распределение учебного времени**

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	32	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	32	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	64	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	80	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	7	семестр

                      
(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 09.03.02 Информационные системы и технологии

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	ТТМ	СОГЛАСОВАНО	С.Л. Вдовин
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра транспортно-технологических машин

		(наименование кафедры)	
17.02.2023	протокол №	6	
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)  
кафедрой(ами).  
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит  
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Макаров Д.Е., ведущий инженер-конструктор АО «Марийский  
машиностроительный завод»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 01.03.2023 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. ПК-1 Способность проводить исследования на всех этапах жизненного цикла изделия	ПК-1.4 Способен участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца робота по выданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний	<b>знания:</b> Знает конструкции, схемотехнические решения и принцип действия приводов испытываемого образца робота <b>умения:</b> Умеет производить монтаж и настройку приводов робота и систем их управления <b>навыки:</b> Владеет навыками проведения экспериментальных исследований приводов и их элементов и обработки полученных данных
2. ПК-4 Способность выполнять работы по созданию новых образцов робототехники, компонентов и подсистем робототехники	ПК-4.1 Способен производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем роботов с использованием средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием	<b>знания:</b> Знает методы расчета приводов и их элементов, характеристики приводов и их элементов; знает нормативные требования по составлению схем и чертежей приводов и их элементов <b>умения:</b> Умеет осуществлять выбор компонентов привода по заданным и производить проверочные расчеты получаемых характеристик <b>навыки:</b> Владеет навыками разработки и анализа схем и чертежей приводов

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Электротехника и электроника (ПК-1), Теория автоматического управления (ПК-1), Основы разработки компонентов мехатроники и робототехники (ПК-1), Программные средства в инженерных расчетах (ПК-1), Электротехника и электроника (ПК-4), Основы разработки компонентов мехатроники и робототехники (ПК-4), Цифровые устройства и микропроцессорная техника (ПК-4), Программные средства в инженерных расчетах (ПК-4)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Интеллектуальное управление робототехническими комплексами и системами (ПК-4); практиках: Преддипломная практика (ПК-1); государственной итоговой аттестации в форме: Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1), Выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ПК-4)

## Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, процедуры самообучения, практические занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: классическая лекция, задания

#### Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
<b>Общие сведения о приводах механизмов и машин.</b>	<b>76</b>	ПК-4
<b>Электрические приводы</b>		
Лекция. Приводы механизмов и машин. Классификация, общие параметры и характеристики. Уравнения движения привода. Приведение усилий и моментов к выходному звену двигателя	2	
Лекция. Состав электроприводов. Асинхронные электроприводы: классификация, принцип действия, способы и схемы управления. Нагрузочные и регулировочные характеристики. Выбор электродвигателя и компонентов системы управления	4	
Практическое занятие. Изучение частотного управления асинхронным электродвигателем	8	
Лекция. Шаговые электроприводы: виды шаговых электродвигателей, схемы и способы управления. Параметры и характеристики шаговых электродвигателей. Драйверы и контроллеры шаговых электроприводов	4	
Лекция. Приводы с вентильными (бесколлекторными, бесщеточными) электродвигателями. Принцип действия, способы и схемы управления. Нагрузочные и регулировочные характеристики. Выбор компонентов привода	4	
Практическое занятие. Изучение принципа действия и управления шаговым электродвигателем. Выбор компонентов шаговых приводов	4	
Лекция. Элементы автоматизированного электропривода. Сервоприводы и следящие электроприводы. Скалярное и векторное управление электроприводом. Конструктивное исполнение электродвигателей и электроприводов	4	
Практическое занятие. Изучение способов настройки ПИД-регулятора преобразователя частоты. Выбор компонентов асинхронных и вентильных электроприводов	6	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 1. Изучение конспектов лекций 2. Изучение литературы по тематике лекций 3. Подготовка к выполнению лабораторных работ	40	
<b>Пневматические приводы</b>	<b>68</b>	ПК-1, ПК-4
Лекция. Классификация и состав пневматических приводов. Преимущества и недостатки пневмоприводов	2	
Лекция. Компрессоры и устройства подготовки воздуха:	4	

конструкции, принцип действия, параметры и характеристики		
Лекция. Пневмоаппараты: классификация, назначение. Конструкции, условные обозначения, принцип действия. Параметры и характеристики	6	
Лекция. Типовые схемы пневмоприводов. Устройства электроавтоматики в пневмоприводах	2	
Практическое занятие. Изучение типовых схем пневмоприводов. Расчет и выбор пневмоустройств	6	
Практическое занятие. Составление и проверка работоспособности принципиальной схемы пневмопривода с релейной системой управления	8	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 1. Изучение конспектов лекций 2. Изучение литературы по тематике лекций 3. Подготовка к выполнению лабораторных работ 4. Составление отчетов по лабораторным работам	40	
Иная контактная работа: дифференцированный зачет (БРК), консультации	0	

## Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Изучение дисциплины включает **выполнение лабораторных работ**. Подготовка к ним включает ознакомление с планом лабораторного занятия, работу с учебной и учебно-методической литературой, подготовку протоколов измерений (по заданию преподавателя). Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине является **зачет балльно-рейтинговый контроль**.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
<b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b>		
1.	Москаленко, Владимир Валентинович. Системы автоматизированного управления электропривода [Текст] : учебник : для студентов средних специальных учебных	10

	заведений по специальности 2913 "Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий" / В. В. Москаленко. Москва: ИНФРА-М, 2010. - 206, [1] с. ISBN 978-5-16-001676-4. Экземпляры: всего 10.	
2.	Москаленко, Владимир Валентинович. Электрический привод [Текст] : учебник : для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования / В. В. Москаленко. 5-е изд., стер. Москва: Академия, 2009. - 365, [1] с. ISBN 978-5-7695-6096-5. Экземпляры: всего 15.	15
3.	Терехов, Владимир Михайлович. Системы управления электроприводов [Текст] : [учеб. для студентов вузов по специальности 140604 "Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов" и направления подгот. дипломир. специалистов 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии"] / В. М. Терехов, О. И. Осипов ; под ред. В. М. Терехова. Москва: ACADEMIA, 2005. - 299 с. ISBN 5-7695-1814-6. Экземпляры: всего 30.	30
4.	Фролов, Ю. М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу [Электронный ресурс] / Фролов Ю. М., Шелякин В. П. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 368 с. ISBN 978-5-8114-8201-6.	<a href="https://e.lanbook.com/book/173122">https://e.lanbook.com/book/173122</a>
5.	Фролов, Ю. М. Проектирование электропривода промышленных механизмов [Электронный ресурс] / Фролов Ю. М., Шелякин В. П. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 448 с. ISBN 978-5-8114-1571-7.	<a href="https://e.lanbook.com/book/211517">https://e.lanbook.com/book/211517</a>
6.	Фролов, Ю. М. Регулируемый асинхронный электропривод [Электронный ресурс] / Фролов Ю. М., Шелякин В. П. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 464 с. ISBN 978-5-8114-2177-0.	<a href="https://e.lanbook.com/book/212645">https://e.lanbook.com/book/212645</a>
7.	Воробьев, Е. И. Новые механизмы в современной робототехнике [Электронный ресурс] / Воробьев Е. И., Гаврюшин С. С., Глазунов В. А., Горобцов А. С., Емельянова О. В., Ефимов С. В., Носова Н. Ю., Пашенко В. Н., Петраков А. А., Рашоян Г. В., Саяпин С. Н., Соколов С. В., Тывес Л. И., Филиппов Г. С., Хейло С. В., Царьков А. В., Яцун С. Ф. Москва: Техносфера, 2018. - 316 с. ISBN 978-5-94836-537-4.	<a href="https://e.lanbook.com/book/140553">https://e.lanbook.com/book/140553</a>
8.	Механизмы перспективных робототехнических систем [Электронный ресурс]. Москва: Техносфера, 2020. - 296 с. ISBN 978-5-94836-604-3.	<a href="https://e.lanbook.com/book/181227">https://e.lanbook.com/book/181227</a>
9.	Васильев, Б. Ю. Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства. Том 2. Современный промышленный электропривод [Электронный ресурс] / Васильев Б. Ю. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 392 с. ISBN 978-5-8114-8172-9.	<a href="https://e.lanbook.com/book/323624">https://e.lanbook.com/book/323624</a>
10.	Фролов, Ю. М. Управление электроприводом с применением нечеткой логики [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Фролов Ю. М. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 108 с. ISBN 978-5-507-	<a href="https://e.lanbook.com/book/341156">https://e.lanbook.com/book/341156</a>

## 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	146 (I)	Техпластина (4), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
2.	147 (I)	Комплекс-тренажер по изучению устройства и осуществлению сервисного обслуживания промышленных роботов (1), Комплект учебно-лабораторного оборудования робот-манипулятор (1), Лабораторный комплекс "Промышленная автоматика и программируемый логический контроллер" (1), Учебный комплекс MPS 202 "Мехатроника.Базовый" (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно

Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	отлично

### 7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

### 7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

#### **БИЛЕТ № 0**

#### **Промежуточной аттестации**

#### **по дисциплине "Приводы мехатронных и робототехнических систем"**

1. Стрела манипулятора массой  $m$  и длиной  $L$  с грузом массой  $m_1$  поднимается на угол  $\alpha$  относительно горизонтального положения. Изменение скорости стрелы приведено на графике. Привод подъема – электрический с использованием планетарного редуктора. Определите наибольшее значение статического, динамического и суммарного моментов, приведенных к выходному валу редуктора.
2. Опишите принцип действия системы управления вентильным электродвигателем, схема которого приведена на рисунке:
3. Выберите верную форму механической характеристики и определите пусковой момент и скорость холостого хода вентильного двигателя следующими параметрами: номинальное напряжение  $U_n$ , магнитный поток ротора  $\Phi$ , индуктивность фазы  $L_f$ , сопротивление фазы  $R_1$ , число витков одной фазы  $w$ , коммутация 120-градусная, обмоточный коэффициент  $k$ . Двигатель не являющийся полюсным. Назовите способ повышения момента вентильного двигателя при максимальной угловой скорости



## Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Приводы механизмов и машин. Классификация, общие параметры и характеристики.
2. Уравнения движения привода. Приведение усилий и моментов к выходному звену двигателя
3. Электроприводы: классификация, принцип действия. Параметры и характеристики асинхронных двигателей. Естественные характеристики асинхронных двигателей
4. Преобразователи частоты (ПЧ) в управлении асинхронными двигателями. ПЧ с инвертором напряжения. Принцип действия, характеристики ПЧ
5. Искусственные характеристики асинхронных электроприводов с частотным управлением.
6. Виды шаговых электродвигателей (ШД), схемы и способы управления ШД. Полушаговый, полношаговый и микрошаговый режимы
7. Параметры и характеристики шаговых двигателей. Резонанс ШД и способы его предотвращения
8. Основные функции драйверов шаговых двигателей. Реверс, форсирование и дефорсирование тока в обмотках ШД. Структура драйвера шагового двигателя. Выбор компонентов шаговых электроприводов
9. Конструкции и принцип действия вентильных электродвигателей (ВД). Датчики положения ротора.
10. Прямой пуск вентильного двигателя. Различия вентильного и бесколлекторного электродвигателей
11. Реверс и управление скоростью вентильного электропривода. Функциональная схема управления вентильным двигателем. Выбор компонентов вентильных электроприводов
12. Элементы автоматизированного электропривода. Сервоприводы и следящие электроприводы
13. Особенности скалярного и векторного управления электроприводом. Выбор компонентов асинхронных электроприводов с частотным управлением
14. Классификация и состав пневматических приводов. Преимущества и недостатки пневмоприводов
15. Компрессоры и устройства подготовки воздуха: конструкции, принцип действия, параметры и характеристики
16. Пневмоаппараты: классификация, назначение. Параметры и характеристики
17. Пневмораспределители: виды по числу позиций, линий, способу управления. Золотниковые и клапанные распределители. Конструкции и принцип действия
18. Предохранительные клапаны, редукционные клапаны и регуляторы давления. Конструкции, принцип действия, характеристики
19. Дроссели, логические клапаны, клапаны последовательности, клапаны выдержки времени. Конструкции, принцип действия, применение
20. Пневмолинии. Трубопроводы, рукава и соединения. Исполнение пневмоустройств по способу монтажа
21. Пневмодвигатели: пневмоцилиндры, пневмомоторы, поворотные пневмодвигатели. Конструктивные схемы, принцип действия, характеристики
22. Типовые схемы пневмоприводов. Устройства электроавтоматики в пневмоприводах
23. Расчет и выбор элементов пневмопривода

