

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждения  
высшего образования  
**«Псковский государственный университет»**  
**(ПсковГУ)**

Передовая инженерная школа гибридных технологий в станкостроении  
Союзного государства

СОГЛАСОВАНО

Руководитель Передовой  
инженерной школы гибридных  
технологий в станкостроении  
Союзного государства

  
«13» февраля 2024 г.



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

  
«13» февраля 2024 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.М.ДВ.2.1 Системы управления электроприводов**

**Направление подготовки**  
27.04.04 Управление в технических системах

**Магистерская программа**  
«Встраиваемые системы промышленных установок»

**Форма обучения** – очная

**Квалификация выпускника** – магистр

Псков  
2024

Программа рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании отделения электроэнергетики, электропривода и систем автоматизации образовательного департамента Передовой инженерной школы гибридных технологий в станкостроении Союзного государства, протокол от «25» января 2024 г. №6.

Зав. отделением электроэнергетики,  
электропривода и систем автоматизации  
образовательного департамента  
Передовой инженерной школы гибридных  
технологий в станкостроении Союзного государства



И.И. Бандурин

«25» января 2024 г.

#### Обновление рабочей программы дисциплины

На 20\_\_\_ / 20\_\_\_ учебный год:

рабочая программа дисциплины обновлена в соответствии с решением отделения электроэнергетики, электропривода и систем автоматизации образовательного департамента Передовой инженерной школы гибридных технологий в станкостроении Союзного государства, протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_.20\_\_\_ г. № \_\_\_

На 20\_\_\_ / 20\_\_\_ учебный год:

рабочая программа дисциплины обновлена в соответствии с решением отделения электроэнергетики, электропривода и систем автоматизации образовательного департамента Передовой инженерной школы гибридных технологий в станкостроении Союзного государства протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_.20\_\_\_ г. № \_\_\_

На 20\_\_\_ / 20\_\_\_ учебный год:

рабочая программа дисциплины обновлена в соответствии с решением отделения электроэнергетики, электропривода и систем автоматизации образовательного департамента Передовой инженерной школы гибридных технологий в станкостроении Союзного государства, протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_.20\_\_\_ г. № \_\_\_

## **1. Цели и задачи дисциплины:**

Целью изучения дисциплины Б1.В.М.ДВ.2.1 Системы управления электроприводов является:

- дать понимание важной роли систем управления электроприводами, как составной части электропривода;
- познакомить обучающихся со структурами и моделями управления современных электроприводов;
- подготовить студентов к самостоятельному синтезу и анализу качества регулирования координат электропривода в таких системах.

Задачи дисциплины:

- освоить основные принципы регулирования координат электроприводов и базовую структуру подчиненного управления с её показателями качества регулирования в статических и динамических режимах работы;
- ознакомить обучающихся с принципами построения цифровых системы управления электроприводов и синтеза таких систем на основе цифровых регуляторов;
- получение магистрантами общего представления о последних разработках ведущих электротехнических фирм как отечественных, так и иностранных, в области автоматизированного электропривода.

## **2. Место дисциплины в структуре учебного плана:**

Дисциплина Б1.В.М.ДВ.2.1 Системы управления электроприводов относится к элективным дисциплинам (модулям) 2 части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) подготовки магистров направления 27.04.04 Управление в технических системах, магистерская программа «Встраиваемые системы промышленных установок».

Дисциплина изучается в третьем семестре очной формы обучения.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

- Б1.О.М.1.1 Методология научного исследования;
- Б1.О.М.1.2 Научно-исследовательский семинар.

Дисциплина Б1.В.М.ДВ.2.1 Системы управления электроприводов имеет содержательную связь с со следующими дисциплинами:

- Б1.О.М.3.3 Проектирование встраиваемых систем гибридного оборудования;
- Б1.В.М.1 Аппаратное обеспечение встраиваемых систем;
- Б1.В.М.3 Инструментальные средства проектирования встраиваемых систем;
- Б2.О.М.3(П) Научно-исследовательская работа;
- Б2.В.М1(П) Технологическая (проектно-технологическая) практика;
- Б2.В.М.2(Пд) Преддипломная практика.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

### **3.1. Перечень осваиваемых компетенций**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 27.04.04 Управление в технических системах, утвержденного приказом Минобрнауки России от 11.08.2020 № 942, и учебным планом по ОПОП ВО магистерская программа «Встраиваемые системы промышленных установок» по направлению подготовки 27.04.04 Управление в технических системах, процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

<b>Код профессиональной компетенции (ПК)</b>	<b>Наименование профессиональной компетенции выпускника, закрепленных за дисциплиной в учебном плане</b>
--	--

ПК-2	Способен обеспечивать необходимые параметры технологических процессов средствами встраиваемых систем управления
------	---

### 3.2. Планируемые результаты обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные со следующими индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование профессиональной компетенции (ПК)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции (ИПК)
ПК-2. Способен обеспечивать необходимые параметры технологических процессов средствами встраиваемых систем управления	ИПК 2.1. Знает: методы определения характеристик системы управления, необходимых для обеспечения необходимых параметров технологических процессов
	ИПК 2.2. Умеет: разрабатывать технические решения встраиваемых систем, обеспечивающих необходимые параметры технологических процессов
	ИПК 2.3. Владеет: навыками внедрения встраиваемых систем управления для обеспечения необходимых параметров технологических систем

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общий объем дисциплины составляет: 4 зачетных единиц;  
144 академических часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам занятий)</b>	<b>42</b>	<b>42</b>
В том числе:	-	-
Лекции, из них:	16	16
с использованием ЭО и ДОТ (при наличии)		
Практические / семинарские занятия, из них:	-	-
с использованием ЭО и ДОТ (при наличии)	-	-
Лабораторные работы, из них:	26	26
с использованием ЭО и ДОТ (при наличии)	-	-
Другие виды контактной работы (консультации по выполнению курсового проекта (работы), консультации и контроль выполнения самостоятельной работы студента и т.п.)	-	-
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>101,75</b>	<b>101,75</b>
В том числе:	-	-
Курсовой проект (работа)	-	-
Расчетно-графические работы	-	-
Реферат	-	-
Другие виды самостоятельной работы (контрольные, домашние задания, и т.п.)	101,75	101,75
<b>Промежуточная аттестация в форме зачета (всего)</b>	<b>0,25</b>	<b>0,25</b>
в т.ч. контактная работа обучающегося с преподавателем:		
– зачет с оценкой	0,25	0,25
<b>Общий объем дисциплины: часов</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

<b>в т.ч. контактная работа обучающегося с преподавателем в ходе освоения дисциплины</b>	<b>42,25</b>	<b>42,25</b>
--	--------------	--------------

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Содержание раздела</b>	<b>Раздел(ы) онлайн-курса(ов)</b>
1	Раздел 1. Электромеханическое преобразование энергии и обобщенная машина	Магнитное поле и преобразование энергии. Обобщенная машина: фазные и координатные преобразования Парка и Кларк. Вращающаяся система координат. Модели двигателей в системе неподвижных координат статора, при вращении со скоростью ротора и со скоростью поля статора	-
2	Раздел 2. Системы управления на примере электропривода постоянного тока	Обобщенная структурная схема системы электропривода постоянного тока. Влияние обратных связей на характеристики ДПТ. Последовательная коррекция и подчиненное регулирование координат в двухконтурной и трёхконтурной системе подчинённого регулирования. Статические и динамические характеристики контуров регулирования. Синтез регуляторов координат. Сравнительный анализ статических и динамических ошибок систем подчиненного регулирования	-
3	Раздел 3. Системы цифрового управления электроприводами	Современные цифровые системы управления. Переход от аналоговых систем управления к цифровым. Z-преобразование. Описание процессов в цифровой системе управления. Разностные уравнения. Примеры создания полностью цифровых разомкнутых систем управления. Пример синтеза цифровой системы электропривода постоянного тока. Подчиненное регулирование координат, коррекция по возмущению. Синтез регуляторов трехконтурной цифровой следящей системы регулирования	-

### 5.2. Разделы дисциплины и виды занятий

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам занятий), часов</b>				<b>СРС час.</b>	<b>Всего час.</b>
		<b>Лекции</b>	<b>Практ. зан.</b>	<b>Лаб. Занятия</b>	<b>Другие виды контактн. работы</b>		

1.	Электромеханическое преобразование энергии и обобщенная машина	6	-	-	-	43,75	49,75
2.	Системы управления на примере электропривода постоянного тока	6	-	16	-	40	62
3.	Системы цифрового управления электроприводами	4	-	10	-	18	32
	Зачет с оценкой	-	-	-	-	0,25	0,25
	Итого	16	-	26	0,25	101,75	144
	Итого контактная работа:	42,25				-	-

## 6. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Часов с ЭО и ДОТ	Объем часов
1.	2	Исследование комплектного электропривода постоянного тока с двухзонным регулированием (БОТ-1, ЭПУ)	-	6
2.	2	Следящий электропривод	-	10
3.	3	Синтез и настройка цифрового электропривода	-	10

## 7. Практические занятия (семинары) – не предусмотрены

## 8. Примерная тематика курсовых проектов (работ) – не предусмотрены

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература, в т.ч. из ЭБС:

1. Анучин А. С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов / А. С. Анучин. — Москва: МЭИ, 2015. — 372 с.: ил. — ISBN 978-5-383-00918-5.
2. Терехов В. М. Системы управления электроприводов: учебник для вузов / В. М. Терехов, О. И. Осипов; под ред. В. М. Терехова. — Москва: Академия, 2005. — 299 с.: ил. — ISBN 5-7695-1814-6
3. Хитров А. И. (ППИ). Проектирование систем электропривода постоянного тока: учеб. пособие к курсу, и диплом. проектированию для студ. спец. 140604 "Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов" / А. И. Хитров, Е. Л. Веселков; Псковск. гос. политехн. ин-т. — Псков: Изд-во ППИ, 2007. — 224 с.: ил.

### б) дополнительная литература, в т.ч. из ЭБС:

1. Шичков, Л. П. Электрический привод: учебник и практикум для вузов / Л. П. Шичков. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Юрайт, 2023. — 355 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17665-0. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/533502> (дата обращения: 22.12.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Новые технические решения в современных следящих электроприводах: учебное пособие по дисциплине «Системы управления электроприводов» / А.В. Стариков [и др.]. — Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 92 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90652.html> (дата обращения: 06.11.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3. Панкратов В.В. Автоматическое управление электроприводами. Часть I. Регулирование координат электроприводов постоянного тока: учебное пособие / Панкратов В.В. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 200 с. — ISBN 978-5-7782-2223-6. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/45357.html> (дата обращения: 06.11.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
4. Шпиганович А.Н. Проектирование электротехнических устройств: учебное пособие / Шпиганович А.Н., Зацепина В.И., Зацепин Е.П. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 219 с. — ISBN 978-5-88247-580-1. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/55137.html> (дата обращения: 06.11.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

#### **в) перечень информационных технологий**

- программное обеспечение:

1. Операционная система: Windows 7 (и выше);
2. Веб-браузеры: Яндекс, Google Chrome, Mozilla Firefox.
3. Прикладные программы: LibreOffice 7.2 (и выше) или MS Office 2007 (и выше); Adobe Acrobat Reader 2022 (и выше); 7-zip 9.02 (и выше).

#### **г) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1. <http://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека.
2. <https://e.lanbook.com/> – Электронно-библиотечная система издательства Лань
3. <http://www.studentlibrary.ru/> – Электронно-библиотечная система «Консультант студента»
4. <http://www.iprbookshop.ru/> – Электронно-библиотечная система «IPR SMART»
5. <https://urait.ru/> – Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ»

#### **д) перечень ЭО и ДОТ (онлайн-курсов):**

При изучении дисциплины используются презентации, разработанные авторами, в виде лекций, в том числе тестирование элементов освоения курса через Интернет-ресурсы сайта дистанционного обучения ПсковГУ <http://do3.pskgu.ru/>.

### **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

<b>№ п/п</b>	<b>Адрес (местоположение) учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта</b>	<b>Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий, объектов физической культуры и спорта</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
1.	180000, Псковская область, г. Псков, ул. Л. Толстого, д. 6, этаж - 2, помещение № 41Б, площадь 108 кв.м	Учебная аудитория ПИШ 210 - лаборатория управления электроприводов учебная аудитория для проведения лабораторных и лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего	Учебная мебель, в том числе специализированная учебная мебель для инвалида и лица с ОВЗ; демонстрационное оборудование: компьютер, мультимедиапроектор; специализированные стенды производство ООО «УчтехПрофи» г.

		контроля и промежуточной аттестации	<p>Челябинск. (2 шт.: 1. Сервопривод; 2. Сервопривод и системы стабилизации);</p> <p>2 компьютера-ноутбука в составе стендов без подключения к сети Интернет</p> <p>1) Операционная система Windows 7  2) Веб-браузеры: Яндекс, Google Chrome, Mozilla Firefox  3) LibreOffice  4) Adobe Acrobat Reader  5) 7-zip</p> <p>Типовое ПО на ноутбуках:  1. Windows 7 (наклейка-голограмма присутствует)  2. Google Chrome (лицензионное соглашение EULA)  3. Adobe Acrobat Reader (лицензионное соглашение EULA)</p> <p>Ноутбук 1 (NB):  4. Delta ASDA EZ-GUI Series (лицензионное соглашение EULA)  Ноутбук 2 (ВЭУ):  5. 7-zip (Свободная лицензия GPL)  Delta Profi v.1.6.5</p>
2.	180000, Псковская область, г. Псков, ул. Л. Толстого, д. 6, этаж - 1, помещение № 21, площадь 48,8 кв.м	Учебная аудитория ПИШ 119 для проведения лекционных занятий, групповых индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория для инвалидов и лиц с ОВЗ	<p>Учебная мебель, в том числе специализированная учебная мебель для инвалида и лица с ОВЗ; демонстрационное оборудование: компьютер, мультимедиапроектор; учебно-наглядные пособия (в электронном виде); учебная доска</p> <p>1) Операционная система: Windows 10  2) Веб-браузеры: Яндекс, Google Chrome, Mozilla Firefox</p>

			3) Прикладные программы: LibreOffice 4) Adobe Acrobat Reader 5) 7-zip
3.	180000, Псковская область, г. Псков, ул. Л. Толстого, д. 4, этаж - 2, помещение № 11, площадь 63,8 кв.м	Учебная аудитория № 25 – электронный читальный зал для самостоятельной работы	Учебная мебель; 12 компьютеров с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета комплект лицензионного программного обеспечения  1) Windows 7 Pro Russian (OLP NL Academic Edition Legalization Get Genuine, ООО «БалансСофт Проекты» Договор № 1301 от 26.12.2017) - бессрочно 2) 7-zip – свободная лицензия GPL 3) Adobe Reader – свободное ПО 4) LibreOffice – свободная лицензия LGPL 5) Mozilla Firefox (Свободная лицензия MOZILLA PUBLIC LICENSE)
4.	180000, Псковская область, г. Псков, ул. Л. Толстого, д. 6, этаж - 1, помещение № 22Б, площадь 16,2 кв.м	Учебная аудитория ПИШ 117 для проведения самостоятельной работы, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ	Учебная мебель, в том числе специализированная инвалида и лица с ОВЗ; учебная мебель для помещения оснащено персональным компьютером с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде университета  1) Операционная система Windows 7 2) Веб-браузеры: Яндекс, Google Chrome, Mozilla Firefox 3) LibreOffice 4) Adobe Acrobat Reader

## **11. Методическое обеспечение дисциплины:**

### **11.1. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине Б1.В.М.ДВ.2.1 Системы управления электроприводов используются различные образовательные технологии:

- информационно-развивающие технологии, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими;
- деятельностные практико-ориентированные технологии, направленные на формирование системы практических умений при проведении лабораторных работ, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность;
- развивающие проблемно-ориентированные технологии, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

Используются виды проблемного обучения: учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении практических и лабораторных работ.

При организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: тестирование, работа с онлайн-курсом, вопросы для самоконтроля знаний, специализированные интернет-ресурсы, электронные учебные пособия.

Лекционные занятия проводятся в форме лекций с использованием презентаций, в том числе в виде видеоконференций в среде ДОТ MOODLE <http://do3.pskgu.ru/>.

Практические занятия включают проведение решение примеров задач по расчёту параметров регуляторов, консультаций по выполнению домашних заданий или контрольной работы для студентов заочной формы обучения, дискуссии по выбору вариантов системы электропривода для технологических объектов, проведении тестирования в среде ДОТ MOODLE <http://do3.pskgu.ru/>.

Лабораторные работы включают натурные испытания структур систем управления электроприводов, проверку методов синтеза и знакомство с особенностями программно-аппаратных решений в области современных систем управления электроприводов.

Самостоятельная работа включает выполнение домашних заданий, подготовку к лабораторным работам и их защите, подготовку к экзамену.

На первом лекционном занятии освещается круг вопросов, входящих в состав лекционного курса, предлагается список основной и дополнительной литературы, доводится перечень вопросов для самостоятельного изучения и основные вопросы для промежуточной аттестации (экзамен). При имеющейся возможности при чтении лекций используются мультимедийные средства с комплектом подготовленных слайдов и набором универсальных электронных плакатов, разработанных ООО «Учтех-Профи (г.Челябинск) и приобретённых ПсковГУ для целей обучения студентов.

Описания лабораторных работ и ход их выполнения приведены в методических указаниях, входящими в состав учебно-лабораторных стендов. Эти материалы можно получить в электронном виде у учебного мастера кафедры. Работы проводятся студентами фронтально. На каждом мини-стенде работают три студента. Первое занятие является вводным. На нем студентам объясняется порядок выполнения работ, рассматриваются их тематика, предлагается список основной и дополнительной литературы, проводится инструктаж по технике безопасности на рабочем месте. Выполнение лабораторной работы предусматривает домашнюю подготовку. После выполнения лабораторных работ перед началом очередной лабораторной работы подгруппа предоставляет и сдаёт отчет по предыдущей работе. Отчет проверяется преподавателем и возвращается подгруппе с целью устранения замечаний и ошибок при необходимости.

После проведения комплекса лабораторных работ производится их защита, в ходе которой студенты подгруппы объясняют принципы работы исследованных систем управления электроприводами, обосновывают полученные результаты, отвечают на вопросы преподавателя. Вопросы формулируются таким образом, чтобы на них поочередно отвечали все члены подгруппы. После защиты всех отчетов студент получает допуск к зачету с оценкой.

## **11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов**

В ходе прохождения темы, студенты получают домашние задания по самостоятельной подготовке с указанием основной и дополнительной литературы, в которой освещены соответствующие вопросы. В качестве тем для самостоятельной работы при освоении курса Б1.В.М.ДВ.2.1 Системы управления электроприводов» студентам предлагается изучение дополнительных разделов курса, описанных в соответствующих главах учебного пособия [3]: Математическая модель синхронного двигателя тока в системе координат вращающейся со скоростью ротора.

Студентам в начале семестра предлагаются темы для самостоятельного изучения и предоставляется возможность подготовить презентацию. Контроль самостоятельной подготовки осуществляется путем заслушивания докладов (презентаций) студентов на практических занятиях.

К самостоятельной работе также относится подготовка к межсессионной аттестации, подготовка к лабораторным работам, в ходе которых исследуются системы управления электроприводов.

## **12. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации обучающихся**

### **12.1. Перечень компетенций и этапов их формирования**

Конечными результатами освоения дисциплины являются следующие профессиональные компетенции:

<b>Код и наименование профессиональной компетенции (ПК)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции (ИПК)</b>
ПК-2	Способен обеспечивать необходимые параметры технологических процессов средствами встраиваемых систем управления

Этапы формирования компетенций представлены в приложении 5.1 к основной профессиональной образовательной программе высшего образования 27.04.04 Управление в технических системах, магистерская программа «Встраиваемые системы промышленных установок».

### **12.2. Описание индикаторов достижения компетенций, критериев оценивания компетенций, шкалы оценивания**

Описание индикаторов достижения компетенций, критериев оценивания компетенций, шкалы оценивания представлены в приложении 5.2 к основной профессиональной образовательной программе высшего образования 27.04.04 Управление в технических системах, магистерская программа «Встраиваемые системы промышленных установок».

### **12.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Дисциплина Б1.В.М.ДВ.2.1 Системы управления электроприводов изучается в течение 3 семестра. Дисциплина предусматривает промежуточную аттестацию в виде зачета с оценкой, который может проводиться в дистанционном формате в виде видеоконференции с представлением студентами презентаций и дискуссии по вопросам, отраженным в них.

### СЕМЕСТР 3

#### Организация промежуточной аттестации в семестре 3

Назначение	Промежуточная аттестация – зачет с оценкой
Время выполнения задания и ответа	Время выполнения контрольного задания - 45 минут, ответа - не более 25 минут
Количество вариантов заданий и билетов	Задача (более 25 вариантов) на синтез аналогового регулятора и его цифрового прототипа (билет содержит два вопроса, экзамен проводится в форме анализа решения задания и последующего собеседования по теоретическим вопросам.)
Применяемые технические средства	Не предусмотрены
Допускается использование следующей справочной и нормативной литературы	Не предусмотрены
Дополнительная информация	В аудитории могут одновременно находиться не более 10 студентов, в видеоконференция участвует вся группа.

#### Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы по курсу Б1.В.М.ДВ2.1 Системы управления электроприводов:

1. Магнитное поле и преобразование энергии. Обобщенная электрическая машина (ОЭМ). Исходная математическая модель.
2. Обобщенная электрическая машина. Фазные и координатные преобразования Парка и Кларка.
3. Вращающаяся система координат  $U, V$ .
4. Модели двигателей в системе неподвижных координат статора.
5. Модели двигателей в системе координат при вращении со скоростью ротора.
6. Модели двигателей в системе координат при вращении со скоростью поля статора.
7. Обобщенная структурная схема системы электропривода с тремя контурами регулирования: момента, скорости, положения.
8. Последовательная коррекция и подчиненное регулирование координат в двухконтурной и трёхконтурной системе подчинённого регулирования.
9. Статические и динамические характеристики контуров регулирования.
10. Синтез регуляторов координат.
11. Сравнительный анализ статических и динамических ошибок систем подчиненного регулирования.
12. Современные цифровые системы управления.
13. Переход от аналоговых систем управления к цифровым.
14. Z-преобразование. Описание процессов в цифровой системе управления.
15. Разностные уравнения. Примеры создания полностью цифровых разомкнутых систем управления.
16. Пример синтеза цифровой системы электропривода постоянного тока.
17. Подчиненное регулирование координат, коррекция по возмущению.
18. Синтез регуляторов трехконтурной цифровой следящей системы регулирования.
19. Цифро-аналоговая система регулирования положения.

Примеры билетов

Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО «Псковский государственный университет»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1**

по предмету: Б1.В.М.ДВ2.1 Системы управления электроприводов

1. Модели двигателей в системе координат при вращении со скоростью поля статора
2. Цифро-аналоговая система регулирования положения.
3. Задача.

Зав отделением

«Электроэнергетики, электропривода и систем автоматизации»

И.И. Бандурин

Министерство науки и высшего образования РФ  
ФГБОУ ВО «Псковский государственный университет»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2**

по предмету: Б1.В.М.ДВ2.1 Системы управления электроприводов

1. Обобщенная электрическая машина (ОЭМ). Исходная математическая модель.
2. Обобщенная структурная схема системы электропривода с тремя контурами регулирования: момента, скорости, положения.
3. Задача.

Зав. отделением

«Электроэнергетики, электропривода и систем автоматизации»

И.И. Бандурин

Зачет с оценкой, проводимый по билетам, оценивается по пятибалльной шкале.

Оценка «отлично» выставляется студенту, проявившему глубокие знания программного материала, обнаружившему способности в понимании, изложении и практическом использовании материала.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, проявившему полное знание программного материала, обнаружившему стабильный характер знаний и умений и способность к их самостоятельному применению в ходе практической деятельности.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, проявившему знания основного программного материала в объеме, необходимом для усвоения программы магистратуры по данному направлению, допустившему неточности и/или не принципиальные ошибки в ответе на экзамене, но обладающему необходимыми знаниями и умениями для их устранения при корректировке со стороны экзаменатора.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему существенные пробелы в знании основного программного материала, допустившему принципиальные ошибки, которые не позволяют ему приступить к усвоению программы магистратуры по данному направлению.

**13. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением о порядке организации и осуществления образовательной деятельности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями

здоровья, обучающихся по образовательным программам среднего профессионального и высшего образования в ФГБОУ ВО «Псковский государственный университет».

### **Разработчики:**

Доцент отделения  
электроэнергетики, электропривода и систем  
автоматизации образовательного департамента  
Передовой инженерной школы гибридных технологий  
в станкостроении Союзного государства, ПсковГУ,  
кандидат технических наук, доцент



А.И. Хитров

### **Эксперты:**

Главный конструктор,  
ООО «АТС-КОНВЕРС»



Е.А. Иванов

Главный инженер,  
ЗАО «КБ АСТ»



А.М. Дзюба