

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Альметьевский государственный нефтяной институт»



УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор АГНИ

*А.Ф.Иванов*  
А.Ф.Иванов  
(подпись) (ФИО)

« 24 » 06 2019г.

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.06.01  
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Направление подготовки: 27.03.04 – «Управление в технических системах»

Направленность (профиль) программы: Управление и информатика в технических системах

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Автор	А.Р. Гарифуллина	<i>Jan</i>	21.06.2019г.
Рецензент	И.П. Ситдикова	<i>IP</i>	21.06.2019г.
И.о. заведующего обеспечивающей (выпускающей) кафедрой автоматизации и информационных технологий	Р.Р. Ахметзянов	<i>RR</i>	21.06.2019г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине
6. Фонд оценочных средств по дисциплине
  - 6.1. Перечень оценочных средств
  - 6.2. Уровень освоения компетенций и критерии оценивания результатов обучения
  - 6.3. Варианты оценочных средств
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной, дополнительной учебной литературы и учебно-методических изданий, необходимых для освоения дисциплины
8. Перечень профессиональных баз данных, информационных справочных систем и информационных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
10. Перечень программного обеспечения
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья

## ПРИЛОЖЕНИЯ

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы дисциплины  
Приложение 2. Лист внесения изменений  
Приложение 3. Фонд оценочных средств

Рабочая программа дисциплины «Системы управления электроприводов» разработана доцентом кафедры автоматизации и информационных технологий **Гарифуллиной А.Р.**

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции обучающегося формируемые в результате освоения дисциплины «Системы управления электроприводов»:

Оцениваемые компетенции (код, наименование)	Результаты освоения компетенции	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
ПК-2 - способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы регулирования и схемы управления электроприводов постоянного и переменного тока;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять математическое моделирование систем управления электроприводов;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств.</li> </ul>	<p><b>Текущий контроль:</b></p> <p>Компьютерное тестирование по темам 1-2</p> <p>Лабораторные работы по темам 1-2</p> <p><b>Промежуточная аттестация:</b></p> <p>Экзамен</p>

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Дисциплина «Системы управления электроприводов» является дисциплиной по выбору, входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части ОПОП по направлению подготовки 27.03.04 - Управление в технических системах, направленность (профиль) программы – Управление и информатика в технических системах .

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

### 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часов.

Контактная работа обучающихся с преподавателем:

- лекции 18 ч.;
- лабораторные занятия 18 ч.;
- КСР 2 ч.

Самостоятельная работа 70 ч.

Контроль (экзамен) – 36 ч.

Форма промежуточной аттестации дисциплины: экзамен в 7 семестре.

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине**

**Очная форма обучения**

№	Темы дисциплины	Семестр	Виды контактной работы, их трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	КСР	
1.	Системы управления регулируемых электроприводов постоянного тока	7	8	-	8	1	36
2.	Системы управления регулируемых электроприводов переменного тока	7	10	-	10	1	34
	<b>Итого по дисциплине</b>		<b>18</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>70</b>

**4.2 Содержание дисциплины**

Тема	Кол-во часов	Используемый метод	Формируемые компетенции
<b>Дисциплинарный модуль 7.1</b>			
<b>Тема 1. Системы управления регулируемых электроприводов постоянного тока – 16 ч.</b>			
<b>Лекция 1.</b> Принцип подчиненного регулирования в замкнутых системах управления электроприводов. Система управления электроприводом постоянного тока с обратными связями по скорости и току якоря: принципиальная схема электропривода, структурная схема, параметры звеньев, настройка контуров регулирования.	2	<i>лекция-беседа</i>	ПК-2
<b>Лабораторная работа 1.</b> Моделирование одноконтурной системы электропривода постоянного тока.	2	<i>работа в малых группах</i>	ПК-2
<b>Лекция 2.</b> Система управления электроприводом постоянного тока «источник тока - двигатель». Система управления электроприводом с двухзонным регулированием скорости. Система управления электроприводом с реверсом поля двигателя.	2	<i>лекция-беседа</i>	ПК-2
<b>Лабораторная работа 2.</b> Моделирование вторичного источника питания полупроводникового электропривода постоянного тока.	2	<i>работа в малых группах</i>	ПК-2

<b>Лекция 3.</b> Позиционный тиристорный электропривод постоянного тока. Ошибки следящих электроприводов в установившихся режимах.	2	<i>лекция-беседа</i>	ПК-2
<b>Лабораторная работа 3.</b> Следящий электропривод угла поворота вала двигателя постоянного тока.	2	<i>работа в малых группах</i>	ПК-2
<b>Лекция 4.</b> Высокоточный следящий электропривод. Выбор параметров силового оборудования из условия достижения максимальной точности слежения. Электроприводы с модальным управлением.	2	<i>лекция-беседа</i>	ПК-2
<b>Лабораторная работа 4.</b> Исследование динамических свойств высокоточной системы стабилизации скорости.	2	<i>работа в малых группах</i>	ПК-2
<b>Дисциплинарный модуль 7.2</b>			
<b>Тема 2. Системы управления регулируемых электроприводов переменного тока – 20 ч.</b>			
<b>Лекция 5.</b> Асинхронный частотнорегулируемый электропривод со скалярным управлением. Разомкнутые и замкнутые системы управления	2	<i>лекция-беседа</i>	ПК-2
<b>Лабораторная работа 5.</b> Моделирование асинхронного электропривода со скалярным управлением	2	<i>работа в малых группах</i>	ПК-2
<b>Лекция 6.</b> Векторное регулирование электромагнитного момента в электрической машине переменного тока. Системы векторного управления асинхронным электроприводом. Сервисные функции в частотнорегулируемом асинхронном электроприводе.	2	-	ПК-2
<b>Лабораторная работа 6.</b> Моделирование асинхронного электропривода с векторным управлением.	2	<i>работа в малых группах</i>	ПК-2
<b>Лекция 7.</b> Система управления синхронным электроприводом с частотнотоковым регулированием момента. Системы управления синхронным электроприводом с регулированием продольной и поперечной составляющих тока статора.	2	-	ПК-2
<b>Лабораторная работа 7.</b> Исследование системы «Преобразователь частоты – синхронный двигатель»	2	-	ПК-2
<b>Лекция 8.</b> Синхронный частотнорегулируемый электропривод по схеме вентильного двигателя: функциональная схема, статические характеристики.	2	-	ПК-2
<b>Лабораторная работа 8.</b> Моделирование вентильного электропривода.	2	-	ПК-2
<b>Лекция 9.</b> Электроприводы с фаззи-регулированием. Основные понятия и операции фаззи-логики. Общая структура фаззи-регулятора. Применение фаззи-регуляторов в системах управления электроприводов.	2	<i>лекция-беседа</i>	ПК-2
<b>Лабораторная работа 9.</b> Защита лабораторных работ, тестирование	2	-	ПК-2

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию преподавателя, без его непосредственного участия и направлена на самостоятельное изучение отдельных аспектов тем дисциплины.

Цель самостоятельной работы – подготовка современного компетентного специалиста и формирования способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа способствует формированию аналитического и творческого мышления, совершенствует способы организации исследовательской деятельности, воспитывает целеустремленность, систематичность и последовательность в работе студентов, обеспечивает подготовку студента к текущим контактными занятиям и контрольным мероприятиям по дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях и в качестве выполненных тестовых заданий, и других форм текущего контроля.

Самостоятельная работа может включать следующие виды работ:

- изучение понятийного аппарата дисциплины;
- проработка тем дисциплины, поиск информации в электронных библиотечных системах;
- подготовка к лабораторным работам.
- работа с основной и дополнительной литературой, представленной в рабочей программе;
- подготовка к промежуточной аттестации;
- изучение материала, вынесенного на самостоятельную проработку;
- работа в электронных библиотечных системах, справочных, справочно-поисковых и иных системах.

Темы для самостоятельной работы обучающегося, порядок их контроля по дисциплине «Системы управления электроприводов» приведены в методических указаниях:

*Гарифуллина А.Р., Системы управления электроприводов: методические указания по выполнению лабораторных работ и организации самостоятельной работы для бакалавров направления подготовки 27.03.04-«Управление в технических системах» – Альметьевск: АГНИ, 2019.*

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине**

Основной целью формирования ФОС по дисциплине «Системы управления электроприводов» является создание материалов для оценки качества подготовки обучающихся и установления уровня освоения компетенций.

Полный перечень оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине приведен в Фонде оценочных средств (приложение 3 к данной рабочей программе).

Текущий контроль освоения компетенций по дисциплине проводится при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам.

Итоговой оценкой освоения компетенций является промежуточная аттестация в форме экзамена, проводимая с учетом результатов текущего контроля.

### 6.1. Перечень оценочных средств

Этапы формирования компетенций	Вид оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<b>Текущий контроль</b>			
1	Лабораторная работа	Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Задания в лабораторных работах должны включать элемент командной работы. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания и оценить уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, а также навыков практического мышления. Позволяет оценить способность к профессиональным трудовым действиям	Темы, задания для выполнения лабораторных работ, вопросы к их защите
2	Тестирование компьютерное	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося по соответствующим компетенциям. Обработка результатов тестирования на компьютере обеспечивается специальными программами. Позволяет проводить самоконтроль (репетиционное тестирование), может выступать в роли тренажера при подготовке к зачету или экзамену	Фонд тестовых заданий
<b>Промежуточная аттестация</b>			
3	Экзамен	Итоговая форма определения степени достижения запланированных результатов обучения (оценивания уровня освоения компетенций). Экзамен проводится в устной форме по всем темам дисциплины.	Перечень вопросов

## 6.2. Уровень освоения компетенций и критерии оценивания результатов обучения

№ п/п	Оцениваемые компетенции (код, наименование)	Планируемые результаты обучения	Уровень освоения компетенций			
			Продвинутый уровень	Средний уровень	Базовый уровень	Компетенции не освоены
			Критерии оценивания результатов обучения			
			«отлично» (от 86 до 100 баллов)	«хорошо» (от 71 до 85 баллов)	«удовлетворительно» (от 55 до 70 баллов)	«неудовлетв.» (менее 55 баллов)
1	ПК-2 - способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	<b>знать:</b> - принципы регулирования и схемы управления электроприводов постоянного и переменного тока	Сформированные систематические представления о принципах регулирования и схемах управления электроприводов постоянного и переменного тока	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о принципах регулирования и схемах управления электроприводов постоянного и переменного тока	Неполные представления о принципах регулирования и схемах управления электроприводов постоянного и переменного тока	Фрагментарные представления о принципах регулирования и схемах управления электроприводов постоянного и переменного тока
		<b>уметь:</b> - выполнять математическое моделирование систем управления электроприводов	Сформированное умение выполнять математическое моделирование систем управления электроприводов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выполнять математическое моделирование систем управления электроприводов	В целом успешное, но не систематическое умение выполнять математическое моделирование систем управления электроприводов	Фрагментарное умение выполнять математическое моделирование систем управления электроприводов
		<b>владеть:</b> - навыками проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств.	Успешное и систематическое владение навыками проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств.	В целом успешное, но не систематическое владение навыками проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств.	Фрагментарное владение навыками проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств.

### 6.3. Варианты оценочных средств

#### 6.3.1. Тестирование компьютерное

##### 6.3.1.1. Порядок проведения

Тестирование компьютерное по дисциплине «Системы управления электроприводов» проводится два раза в течение семестра. Банк тестовых заданий содержит список вопросов и различные варианты ответов.

##### 6.3.1.2. Критерии оценивания

Результат теста зависит от количества вопросов, на которые был дан правильный ответ.

##### 6.3.1.3. Содержание оценочного средства

#### Тестовые задания для оценки уровня сформированности компетенций

Код компетенции	Тестовые вопросы	Варианты ответов			
		1	2	3	4
<b>Дисциплинарный модуль 7.1.</b>					
ПК-2	Какой вид обратной связи применяется в замкнутой системе ограничения тока двигателя постоянного тока?	Положительная линейная	Положительная нелинейная	Отрицательная линейная	Отрицательная нелинейная
	Какой вид обратной связи применяется в замкнутой системе стабилизации скорости электропривода с двигателем постоянного тока?	Положительная линейная	Положительная нелинейная	Отрицательная линейная	Отрицательная нелинейная
	Какие методы применяются для управления реверсивными выпрямителями?	Однозонное регулирование	Двухзонное регулирование	Совместное управление	Вертикальное управление
	Какие сигналы сравниваются в СИФУ?	Напряжение датчика и сети	Напряжение генератора и сети	Напряжение на управляющем электроде и аноде тиристора	Напряжение датчика и генератора
	Какой прибор используется в качестве датчика скорости?	сельсин	Вращающийся трансформатор	тахогенератор	Датчик Холла
<b>Дисциплинарный модуль 7.2.</b>					
ПК-2	Управление пуском синхронного электродвигателя обеспечивается..	С контролем момента	С контролем скорости	С контролем частоты	С контролем мощности

	Регулирование скорости синхронного двигателя возможно:	Изменени ем напряжен ия питания	Изменение м мощности	Изменени ем частоты питающег о напряжен ия	Изменение м момента
	При частотном способе регулирования скорости асинхронного двигателя вместе с ростом частоты необходимо ...	Повышать напряжен ие	Понижать напряжени е	Увеличив ать нагрузку	Уменьшат ь нагрузку
	Какой прибор используется в качестве датчика тока в схемах управления электроприводами с асинхронными двигателями?	Измерител ьный трансформ атор тока	Измерител ьный шунт	амперметр	Реле тока
	В чем заключается принцип векторного регулирования?	Регулиров ание напряжен ия	Регулиров ание тока ротора	Регулиров ание частоты	Ориентиро вание магнитног о потока

### 6.3.2. Лабораторные работы

#### 6.3.2.1. Порядок проведения

Лабораторные работы выполняются обучающимися самостоятельно во время аудиторных занятий, в учебной аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием. Обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. По завершению лабораторных исследований проводится защита лабораторных работ. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области. Ответ студента оценивается преподавателем в соответствии с установленными критериями.

#### 6.3.2.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся (максимальный балл по каждой лабораторной работе приведен в п. 6.4), если обучающимся:

- оборудование и методы использованы правильно, проявлена продвинутая теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающимся:

- оборудование и методы использованы в основном правильно, проявлена средняя теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения в основном освоены, результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.

Баллы в интервале 55-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- оборудование и методы частично использованы правильно, проявлена базовая теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.

Баллы в интервале 0-54% от максимальных ставятся, если обучающимся:

- оборудование и методы использованы неправильно, проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка, необходимые навыки и умения не освоены, результат лабораторной работы не соответствует её целям.

#### *6.3.2.3. Содержание оценочного средства*

Задания и вопросы к защите лабораторных работ:

**Лабораторная работа №1.** Моделирование одноконтурной системы электропривода постоянного тока.

Задание. Изучить принципы построения одноконтурной схемы электропривода постоянного тока. Создать модель одноконтурной системы электропривода постоянного тока в среде MatLab. Исследовать характеристики электропривода. (ПК-2)

#### Вопросы к защите.

1. Запишите передаточную функцию замкнутого контура, настроенного на ОМ. (ПК-2)

2. Записать передаточную функцию разомкнутого контура, настроенного на СО. (ПК-2)

3. Перечислите показатели качества переходного процесса. (ПК-2)

4. Изложите порядок моделирования контура скорости в среде MatLab. (ПК-2)

5. Запишите передаточную функцию ПИД-регулятора. (ПК-2)

6. Начертите электрическую схему ПИД-регулятора. (ПК-2)

7. Начертите структурную схему динамической модели контура скорости. (ПК-2)

Основные теоретические положения, последовательность выполнения работы, методика, правила оформления и варианты индивидуальных заданий по лабораторным работам описаны в лабораторном практикуме:

*Гарифуллина А.Р., Системы управления электроприводов: методические указания по выполнению лабораторных работ и организации самостоятельной работы для бакалавров направления подготовки 27.03.04-«Управление в технических системах». – Альметьевск: АГНИ, 2019.*

#### **6.3.3. Экзамен**

##### *6.3.3.1. Порядок проведения*

Тип задания – вопросы к экзамену. Вопросы к экзамену выдаются студентам заранее. Студент должен дать полный, развернутый и обоснованный ответ на соответствующий вопрос в устной форме. Билет на экзамен включает два теоретических вопроса. Ответ обучающегося оценивается преподавателем в соответствии с установленными критериями.

##### *6.3.3.2. Критерии оценивания*

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- демонстрирует продвинутый уровень владения знаниями, умениями и навыками соответствующих компетенций, что позволяет ему решать широкий круг типовых и нетиповых задач;

- проявил высокую эрудицию и свободное владение материалом дисциплины;

- дал ответы на вопросы четкие, обоснованные и полные, проявил готовность к дискуссии.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- демонстрирует знания, умения, навыки, сформированные на среднем уровне соответствующих компетенций;

- способен самостоятельно воспроизводить и применять соответствующие знания, умения и навыки для решения типовых задач дисциплины;

- может выполнять поиск и использовать полученную информацию для выполнения новых профессиональных действий;

- дал ответы на вопросы преимущественно правильные, но недостаточно четкие.

Баллы в интервале 55-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- демонстрирует знания, умения, навыки, сформированные на базовом уровне соответствующих компетенций;

- частично, с помощью извне (например, с использованием наводящих вопросов) может воспроизводить и применять соответствующие знания, умения, навыки;

- дал ответы на вопросы не полные.

Баллы в интервале 0-54% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- не ответил на большую часть вопросов;

- демонстрирует полную некомпетентность в материале дисциплины, не способен самостоятельно, без помощи извне, воспроизводить и применять соответствующие знания, умения, навыки.

### 6.3.3.3. Содержание оценочного средства

№ п/п	Примерные вопросы к экзамену	ПК-2
1.	Принцип подчиненного регулирования в замкнутых системах управления электроприводов.	+
2.	Система управления электроприводом постоянного тока с обратными связями по скорости и току якоря.	+
3.	Принципиальная схема электропривода постоянного тока.	+
4.	Структурная схема электропривода постоянного тока.	+
5.	Параметры звеньев структурной схемы электропривода.	+
6.	Настройка контура регулирования тока якоря.	+
7.	Настройка контура регулирования скорости.	+
8.	Статические характеристики двухконтурного электропривода постоянного тока.	+
9.	Система управления электроприводом постоянного тока «источник тока - двигатель».	+
10.	Функциональная схема электропривода постоянного тока «источник тока - двигатель».	+
11.	Настройка системы электропривода «источник тока - двигатель».	+
12.	Формирование процессов в электроприводах с большим диапазоном изменения момента.	+

13.	Система управления электроприводом с двухзонным регулированием скорости.	+
14.	Структурная схема электропривода при скорости выше основной.	+
15.	Структурная схема электропривода при работе двигателя в зоне ослабленного магнитного потока.	+
16.	Настройка электропривода с двухзонным регулированием скорости.	+
17.	Статические характеристики электропривода с двухзонным регулированием скорости.	+
18.	Система управления электроприводом с реверсом поля двигателя.	+
19.	Позиционный тиристорный электропривод постоянного тока.	+
20.	Настройка электропривода «в малом».	+
21.	Синтез регулятора положения.	+
22.	Формирование оптимальных процессов «в большом».	+
23.	Ошибки следящих электроприводов в установившихся режимах.	+
24.	Высокоточный следящий электропривод.	+
25.	Выбор параметров силового оборудования из условия достижения максимальной точности слежения.	+
26.	Электроприводы с модальным управлением.	+
27.	Наблюдающие устройства.	+
28.	Асинхронный частотно-регулируемый электропривод со скалярным управлением.	+
29.	Разомкнутые и замкнутые системы управления.	+
30.	Системы управления с обратной связью по току статора.	+
31.	Системы управления с обратной связью по скорости.	+
32.	Частотно-токовое управление.	+
33.	Векторное регулирование электромагнитного момента в электрической машине переменного тока.	+
34.	Системы векторного управления асинхронным электроприводом.	+
35.	Структурная схема АД при управлении по вектору потокосцепления ротора.	+
36.	Система управления с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД.	+
37.	Системы управления с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД.	+
38.	Технические характеристики преобразователей частоты.	+
39.	Сервисные функции в частотно-регулируемом асинхронном электроприводе.	+
40.	Система управления синхронным электроприводом с частотно-токовым регулированием момента.	+
41.	Работа электропривода в установившихся режимах.	+
42.	Статические характеристики синхронного электропривода.	+
43.	Системы управления синхронным электроприводом с	+

	регулируемым продольной и поперечной составляющих тока статора.	
44.	Синхронный частотно-регулируемый электропривод по схеме вентильного двигателя.	+
45.	Функциональная схема вентильного электропривода.	+
46.	Статические характеристики вентильного электропривода.	+
47.	Электроприводы с фаззи-регулированием.	+
48.	Основные понятия и операции фаззи-логики.	+
49.	Общая структура фаззи-регулятора.	+
50.	Применение фаззи-регуляторов в системах управления электроприводов.	+

#### **6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций**

**В ГБОУ ВО АГНИ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся.**

Общие положения:

- Для допуска к экзамену студенту необходимо набрать не менее **35 баллов** по результатам текущего контроля знаний.

- Если студент по результатам текущего контроля в учебном семестре набрал от **55** до **60** баллов и по данной дисциплине предусмотрен экзамен, то по желанию студента в экзаменационную ведомость и зачетную книжку экзаменатором без дополнительного опроса может быть проставлена оценка «удовлетворительно».

- Выполнение контрольных работ и тестов принимается в установленные сроки.

- Защита лабораторных работ принимается в установленные сроки.

- При наличии уважительных причин срок сдачи может быть продлен, но не более чем на две недели.

- Рейтинговая оценка регулярно доводится до студентов и передается в деканат в установленные сроки.

Порядок выставления рейтинговой оценки:

1. До начала семестра преподаватель формирует рейтинговую систему оценки знаний студентов по дисциплине, с разбивкой по текущим аттестациям.

2. Преподаватель обязан на первом занятии довести до сведения студентов условия рейтинговой системы оценивания знаний и умений по дисциплине.

3. После проведения контрольных испытаний преподаватель обязан ознакомить студентов с их результатами и по просьбе студентов объяснить объективность выставленной оценки.

4. В случае пропусков занятий по неуважительной причине студент имеет право добрать баллы после изучения всех модулей до начала экзаменационной сессии.

5. Студент имеет право добрать баллы во время консультаций, назначенных преподавателем.

6. Преподаватель несет ответственность за правильность подсчета итоговых баллов.

7. Преподаватель не имеет права аннулировать баллы, полученные студентом во время семестра, обязан учитывать их при выведении итоговой оценки.

### Распределение рейтинговых баллов по дисциплине

По дисциплине «Системы управления электроприводов» предусмотрено два дисциплинарных модуля.

Дисциплинарный модуль	ДМ 7.1	ДМ 7.2
Текущий контроль (лабораторные работы)	9-16	10-16
Текущий контроль (тестирование)	8-14	8-14
<b>Общее количество баллов</b>	<b>17-30</b>	<b>18-30</b>
<b>Итоговый балл:</b>	<b>35-60</b>	

#### Дисциплинарный модуль 7.1

№ п/п	Виды работ	Максимальный балл
<b>Текущий контроль</b>		
1	<b>Лабораторная работа 1.</b> Моделирование одноконтурной системы электропривода постоянного тока.	4
2	<b>Лабораторная работа 2.</b> Моделирование вторичного источника питания полупроводникового электропривода постоянного тока.	4
3	<b>Лабораторная работа 3.</b> Следящий электропривод угла поворота вала двигателя постоянного тока.	4
4	<b>Лабораторная работа 4.</b> Исследование динамических свойств высокоточной системы стабилизации скорости.	4
<b>Итого:</b>		<b>16</b>
<b>Текущий контроль</b>		
1	Тестирование	14
<b>Итого по ДМ 7.1:</b>		<b>30</b>

#### Дисциплинарный модуль 7.2

№ п/п	Виды работ	Максимальный балл
<b>Текущий контроль</b>		
1	<b>Лабораторная работа 5.</b> Моделирование асинхронного электропривода со скалярным управлением.	4
2	<b>Лабораторная работа 6.</b> Моделирование асинхронного электропривода с векторным управлением.	3
3	<b>Лабораторная работа 7.</b> Исследование системы «Преобразователь частоты – синхронный двигатель».	3
4	<b>Лабораторная работа 8.</b> Моделирование вентильного электропривода.	3
5	<b>Лабораторная работа 9.</b> Защита лабораторных работ, тестирование	3
<b>Итого:</b>		<b>16</b>

Текущий контроль	
1	Тестирование
<b>Итого по ДМ 7.2:</b>	

Студентам могут быть добавлены **дополнительные баллы** за следующие виды деятельности:

- участие в научно-исследовательской работе кафедры (до 7 баллов);
- выступление с докладами (по профилю дисциплины) на конференциях различного уровня (до 5 баллов);
- участие в написании статей с преподавателями кафедры (до 5 баллов).

**При этом, если в течение семестра студент набирает более 60 баллов (по результатам дисциплинарных модулей и полученных дополнительных баллов), то итоговая сумма баллов округляется до 60 баллов.**

Учебным планом направления подготовки 27.03.04 - «Управление в технических системах» по дисциплине «Системы управления электроприводов» предусмотрен экзамен.

Экзамен принимается в устной форме, экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса.

#### **Критерии оценки знаний студентов в рамках промежуточной аттестации в форме экзамена**

№ п/п	Структура экзаменационного билета	Максимальный балл
1	Первый теоретический вопрос	20
2	Второй теоретический вопрос	20
<b>Итого</b>		<b>40</b>

Итоговая рейтинговая оценка за семестр складывается из итоговых баллов за текущий и промежуточный контроль и экзаменационной оценки. В экзаменационную ведомость и в зачетную книжку проставляется оценка в соответствии со шкалой перевода рейтинговых баллов.

#### **Шкала перевода рейтинговых баллов**

Общее количество набранных баллов	Оценка
55-70	3 (удовлетворительно)
71-85	4 (хорошо)
86-100	5 (отлично)

**7. Перечень основной, дополнительной учебной литературы и учебно-методических изданий, необходимых для освоения дисциплины**

№ п/п	Библиографическое описание	Количество печатных экземпляров или адрес электронного ресурса	Коэффициент обеспеченности
<b>Основная литература</b>			
1.	Фираго Б.И. Векторные системы управления электроприводами [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Фираго Б.И., Васильев Д.С.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2016.— 160 с.	Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/90750.html/">http://www.iprbookshop.ru/90750.html/</a>	1
2.	Микропроцессорные системы управления электроприводами и технологическими комплексами [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Г.М. Симаков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2016.— 116 с.	Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/91602.html/">http://www.iprbookshop.ru/91602.html/</a>	1
3.	Стариков А.В. Цифровые модуляторы для систем управления электроприводов [Электронный ресурс]: учебное пособие по дисциплине «Системы управления электроприводов»/ Стариков А.В., Лисин С.Л., Рокало Д.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018.— 75 с.	Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/91148.html/">http://www.iprbookshop.ru/91148.html/</a>	1
<b>Дополнительная литература</b>			
1.	Баховцев И.А. Микропроцессорные системы управления устройствами силовой электроники. Структуры и алгоритмы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Баховцев И.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018.— 219 с.—	Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/91248.html/">http://www.iprbookshop.ru/91248.html/</a>	1
2.	Основы силовой электроники [Электронный ресурс]/ А.И. Белоус [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Москва: Техносфера, 2019.— 424 с.—	Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/99108.html/">http://www.iprbookshop.ru/99108.html/</a>	1
3.	Греков Э.Л. Исследование системы автоматического управления электроприводом постоянного тока [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Греков Э.Л., Фатеев В.Б.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011.— 108 с.	Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/30057.html/">http://www.iprbookshop.ru/30057.html/</a>	
<b>Учебно-методические издания</b>			
1.	Гарифуллина А.Р., Системы управления электроприводов. Методические указания по выполнению лабораторных работ и организации самостоятельной работы для бакалавров	<a href="http://elibrary.agni-rt.ru">http://elibrary.agni-rt.ru</a>	1

	направления подготовки 27.03.04-«Управление в технических системах». – Альметьевск: АГНИ, 2019.		
--	---	--	--

## 8. Перечень профессиональных баз данных, информационных справочных систем и информационных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

№ п/п	Наименование	Адрес в Интернете
1	Сайт «Школа для электрика»	<a href="http://electricalschool.info/">http://electricalschool.info/</a>
2	Единое окно доступа к информационным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
3	Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru/">http://www.rsl.ru/</a>
4	Электронная библиотека Elibrary	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
5	Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://iprbookshop.ru/">http://iprbookshop.ru/</a>
6	Электронная библиотека АГНИ	<a href="http://elibrary.agni-rt.ru.">http://elibrary.agni-rt.ru.</a>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Цель методических указаний по освоению дисциплины – обеспечить обучающемуся оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Изучение дисциплины обучающимся требует систематического, упорного и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить как пропущенную тему, так и всю дисциплину в целом. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов должен находиться в центре внимания преподавателя.

При подготовке к лекционным занятиям (теоретический курс) обучающимся необходимо:

- перед очередной лекцией необходимо изучить по конспекту материал предыдущей лекции, просмотреть рекомендуемую литературу;
- при затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам, рекомендованным рабочей программой дисциплины. Если разобраться в материале самостоятельно не удалось, то следует обратиться к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на лабораторных занятиях.

При подготовке к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо:

- приносить с собой рекомендованную в рабочей программе литературу к конкретному занятию;
- до очередного лабораторного занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей теме;

- теоретический материал следует соотносить с нормативно-справочной литературой, так как в ней могут быть внесены последние научные и практические достижения, изменения, дополнения, которые не всегда отражены в учебной литературе;

- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов, в случае затруднений – обращаться к преподавателю.

Обучающимся, пропустившим занятия (независимо от причин), рекомендуется не позже, чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии.

Самостоятельная работа студентов имеет систематический характер и складывается из следующих видов деятельности:

- подготовка ко всем видам контрольных испытаний, в том числе к текущему контролю успеваемости (в течение семестра), промежуточной аттестации (по окончании семестра);

- самостоятельное изучение теоретического материала;

- оформление отчетов по лабораторным работам;

- подготовка к защите отчетов по лабораторным работам.

Для выполнения указанных видов работ необходимо изучить соответствующие темы теоретического материала, используя конспект лекций, учебники и учебно-методическую литературу, а также интернет-ресурсы.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам для подготовки к занятиям и выполнению самостоятельной работы, а также методические материалы на бумажных и/или электронных носителях, выпущенные кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий, представлены в пункте 7 рабочей программы.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в электронно-библиотечной системе «IPRbooks», а также на электронном ресурсе АГНИ (<http://elibrary.agni-rt.ru>), доступ к которым предоставлен студентам.

## 10. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Лицензия	Договор
1	Microsoft Office Professional Plus 2016 Rus Academic OLP (Word, Excel, PowerPoint, Access)	№67892163 от 26.12.2016г.	№0297/136 от 23.12.2016г.
2	Microsoft Office Standard 2016 Rus Academic OLP (Word, Excel, PowerPoint)	№67892163 от 26.12.2016г.	№0297/136 от 23.12.2016г.
3	Microsoft Windows Professional 10 Rus Upgrade Academic OLP	№67892163 от 26.12.2016г.	№0297/136 от 23.12.2016г.
4	ABBYY Fine Reader 12 Professional	№197059 от 26.12.2016г.	№0297/136 от 23.12.2016г.

5	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	№ 24С4-181023-142527-330-872	№ 591/ВР00181210-СТ от 04.10.2018г.
6	Электронно-библиотечная система IPRbooks		Государственный контракт №578 от 07.11.2018г.
7	ПО «Автоматизированная тестирующая система»	Свидетельство государственной регистрации программ для ЭВМ №2014614238 от 01.04.2014г.	
8	Программное обеспечение «MATLAB»	тип лицензии - академическая локального типа, количество лицензий - 10 (десять) индивидуальных лицензий, срок действия лицензии - бес-срочно	
9	7-ZIP File Manager	(Свободно распространяемое ПО)	

### **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по данной дисциплине**

Освоение дисциплины «Системы управления электроприводов» предполагает использование нижеперечисленного материально-технического обеспечения:

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
1.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-207 (учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций)	1. Компьютер в комплекте с монитором ITCorp 3250 2. Проектор NEC 3. Экран проекционный 4. Принтер Pantum P2207
2.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-216 (учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа)	1. Компьютер в комплекте с монитором 2. Проектор BenQ MW612 3. Экран с электроприводом
3.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-214 компьютерный класс (учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы)	1. Компьютер в комплекте с монитором IT Corp 3250 – 11 шт. с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду института. 2. Проектор NEC 3. Экран на штативе 4. Принтер HP LJ P3015d 5. Сканер Epson Perfection V33

4.	Ул. Р. Фахретдина, 42. Учебный корпус В, аудитория В-218 компьютерный класс (учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Компьютер в комплекте с монитором AMD FX(TM)-4300 – 10 шт. с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду института</li> <li>2. Компьютер в комплекте с монитором IT Corp 3260 – 1 шт.</li> <li>3. Проектор BenQ MX704</li> <li>4. Экран на штативе</li> <li>5. Сканер Epson Perfection V33</li> <li>6. Принтер HP LJ P1020</li> </ol>
----	---	---

\*Специальные помещения – учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися лицам с ограниченными возможностями здоровья:

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся лицам с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы (проекта) - не более чем на 15 минут.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах», направленность (профиль) программы «Управление и информатика в технических системах».

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы дисциплины**  
**«СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМ»**

Направление подготовки:

27.03.04 - Управление в технических системах

Направленность (профиль) программы:

«Управление и информатика в технических системах»

<b>Оцениваемые компетенции (код, наименование)</b>	<b>Результаты освоения компетенции</b>	<b>Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации</b>
ПК-2 - способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы регулирования и схемы управления электроприводов постоянного и переменного тока;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять математическое моделирование систем управления электроприводов;</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств.</li> </ul>	<p><b>Текущий контроль:</b></p> <p>Компьютерное тестирование по темам 1-2</p> <p>Лабораторные работы по темам 1-2</p> <p><b>Промежуточная аттестация:</b></p> <p>Экзамен</p>

<b>Место дисциплины в структуре ОПОП ВО</b>	<p><b>Б1.В.ДВ.06.01</b> Дисциплина «Системы управления электроприводов» является дисциплиной по выбору, входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части ОПОП по направлению подготовки 27.03.04 - Управление в технических системах, направленность (профиль) программы – Управление и информатика в технических системах .</p> <p>Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.</p>
<b>Общая трудоемкость дисциплины (в зачетных единицах и часах)</b>	<p>Зачетных единиц по учебному плану: 4 ЗЕ.  Часов по учебному плану: <b>144</b> ч.</p>
<b>Виды учебной работы</b>	<p>Контактная работа обучающихся с преподавателем:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- лекции <b>18</b> ч.;</li> <li>- лабораторные занятия 18 ч.;</li> <li>- КСР <b>2</b> ч.</li> </ul> <p>Самостоятельная работа <b>70</b> ч.  Контроль (экзамен) – 36 ч.</p>
<b>Изучаемые темы (разделы)</b>	<p>Тема 1. Системы управления регулируемых электроприводов постоянного тока.</p> <p>Тема 2. Системы управления регулируемых электроприводов переменного тока.</p>
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	<p><b>Экзамен</b> в 7 семестре.</p>



Приложение 2

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. ректора АГНИ

Иванов А.Ф.

2020 г.

**ЛИСТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ  
к рабочей программе дисциплины Б1.В.ДВ.06.01**

**«СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ»**

Направление подготовки: 27.03.04 – Управление в технических системах

Направленность (профиль) программы: Управление и информатика в технических системах

**на 2020/2021 учебный год**

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

В п. 10 Перечень программного обеспечения внесены изменения следующего содержания:

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Лицензия	Договор
1	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition	№ 24C4191023143020830784	BP00347095-СТ/582 от 10.10.2019
2	Электронно-библиотечная система IPRbooks		Лицензионный договор №494 от 01.10.2019г.

В п.9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для изучения дисциплины также используется система дистанционного обучения АГНИ «Цифровой университет» (СДО АГНИ), созданная на платформе MOODLE, которая позволяет организовать контактную работу обучающихся посредством сети «Интернет» в удаленном режиме доступа. При этом трудоемкость дисциплины и контактной работы, материалы, используемые для проведения занятий, соответствуют учебному плану, РПД и позволяют полностью освоить заданные компетенции. Вид и форма лекционного материала и материала для практических занятий определяется преподавателем и размещается в СДО АГНИ «Цифровой университет».

Изменения в рабочей программе рассмотрены и одобрены на заседании кафедры  
«Автоматизация и информационные технологии»

протокол № 9 от «29» 05 2020 г.

И.о. заведующего обеспечивающей (выпускающей)  
кафедрой автоматизации и  
информационных технологий:



(подпись)

Р.Р. Ахметзянов  
(И.О.Фамилия)