

Министерство образования и науки Российской Федерации  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное  
 учреждение высшего образования  
 «Рыбинский государственный авиационный технический  
 университет имени П. А. Соловьева»

УТВЕРЖДАЮ  
 Проректор по науке и инновациям  
 Т. Д. Кожина  
 (подпись)

«3» октября 2016

М.П.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ1.1 «Способы и устройства регулирования и стабилизации переменного напряжения»

Направление подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника

Степень выпускника Исследователь. Преподаватель-исследователь

Профиль подготовки 05.13.05 Элементы и устройства вычислительной техники  
 и систем управления

Форма обучения Заочная

Выпускающая кафедра Электротехники и промышленной электроники

Кафедра-разработчик рабочей программы Электротехники и промышленной электроники

Курс	Трудоемкость		Лекц ий, час.	Практич. занятий, час.	Лабора т. работ, час.	Самост. раб.аспир., час.	Форма промежуточного контроля	
	Зач. ед.	час					зачет	экзамен, час.
4	3	108	4	4	-	100	+	-
Итого	3	108	4	4	-	100	+	-

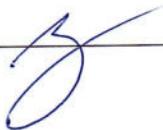
Рыбинск 2016

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе ФГОС ВО (утвержден 30.07.2014, приказ Министерства образования и науки, регистрационный № 875), учебного плана по направлению подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления) (утвержден на заседании ученого совета 29.09.2016, протокол № 6-16)

Рабочая программа учебной дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электротехники и промышленной электроники (ЭПЭ), протокол № 2 от 19.09.2016 г.

Разработчик:

Д.т.н., профессор:



---

В. В. Юдин

Заведующий кафедрой ЭПЭ



---

А. В. Юдин

## Содержание

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ.....	4
3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4.2. Лекции .....	6
4.3. Практические занятия .....	7
4.4. Лабораторные работы .....	7
4.5. Самостоятельная работа аспиранта .....	7
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	8
5.1. Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя .....	8
5.2. Рекомендации по освоению дисциплины для аспиранта .....	8
6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА .....	8
6.1. Характеристика оценочных средств.....	8
6.2. Система оценки знаний и график работы по учебной дисциплине .....	9
7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	10
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
Приложение.....	11

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является формирование у аспирантов способности определять и обеспечивать эффективные режимы регулирования технических параметров. Для формирования этой способности аспиранты получают знания о способах регулирования и стабилизации переменного напряжения.

Изучение дисциплины направлено на формирования следующих компетенций: **ПК-4** обладает способностью определять и обеспечивать эффективные режимы регулирования технических параметров.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Способы и устройства регулирования и стабилизации переменного напряжения» относится к циклу «Дисциплины по выбору» вариативной части образовательной программы».

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплины «Моделирование систем управления и их элементов» («Исполнительные устройства систем управления»).

В таблице приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в разделе «Цели освоения дисциплины»:

№ п/п	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
1	<b>ПК-4</b> обладает способностью определять и обеспечивать эффективные режимы регулирования технических параметров	Моделирование систем управления и их элементов» («Исполнительные устройства систем управления»)	-

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения курса аспирант должен:

**знать:** способы регулирования переменного напряжения (31), типовые структуры регуляторов переменного напряжения (32);

**уметь:** выбирать тип регулирующего элемента (У1) и подбирать оптимальную структуру секционированных обмоток (У2);

**владеть:** навыками расчета оптимальных структур цифровых регуляторов переменного напряжения: компонентов гармонических составляющих спектра напряжения и его действующего значения (Н1,Н2).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины: 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ модуля образовательной программы	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы					Форма контроля
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы (компьютерный практикум)	СРС	Всего часов	
	1	Регулируемые элементы	1	1	0	25	27	КЗ
	2	Общие вопросы регулирования	1	1	0	25	27	КЗ
	3	Специальные методы регулирования	1	1	0	25	27	КЗ
	4	Моделирование цифровых регуляторов	1	1	0	25	27	КЗ
Промежуточная аттестация:								Зачет
<b>ИТОГО:</b>			<b>4</b>	<b>4</b>		<b>100</b>	<b>108</b>	
КЗ – кейс-задача								

##### 4.1.Содержание (дидактика) дисциплины

###### Раздел 1. Регулируемые элементы

Регулируемые элементы с механическим управлением. Регулируемые элементы с электрическим управлением. Аналоговые и дискретные регулируемые элементы (резистивные, конденсаторные, дроссельные, трансформаторные).

Трансформаторно-ключевые регулируемые элементы. Дискретно регулируемые трансформаторы.

###### Раздел 2. Общие вопросы регулирования

Регулировочные характеристики. Погрешности регулировочных характеристик. Характеристики надежности. Энергетические характеристики. Помехоустойчивость схем управления. Регулирование с помощью гармонического и негармонического компонентов.

Формализация процесса управления дискретным регулятором. Модели многокомпонентных регуляторов. Аддитивные и мультипликативные многокомпонентные дискретные регуляторы. Оценка качества цифрового регулятора напряжения. Структурные особенности цифрового регулятора напряжения.

###### Раздел 3. Специальные методы регулирования

Время варианты регуляторы. Регулятор с улучшенной регулировочной характеристикой. Распределение уровней напряжения в регуляторе мощности при амплитудном регулировании. Многозонное регулирование. Регуляторы с распределением полувольт. Регуляторы с нечеткой логикой. Оптимизация структуры цифрового регулятора.

Схемы стабилизации. Регулировочные характеристики стабилизаторов. Быстродействующие стабилизаторы. Быстродействующие стабилизаторы амплитуды, среднего и действующего значения.

#### Раздел 4. Моделирование цифровых регуляторов

Матричные модели коммутационных исполнительных структур. Эквивалентная схема коммутационных исполнительных структур. Матричные модели типовых коммутационных исполнительных структур. Соединения типовых схем коммутаторов.

Обобщенная модель цифрового регулятора напряжения. Идеальный цифровой регулятор напряжения. Реальный цифровой регулятор напряжения. Оценка фактора неустойчивости питающей сети при проектировании прецизионных регуляторов напряжения. Матричные модели дискретных регуляторов. Сущность метода объединенных матриц. Формирование топологических матриц трансформаторно-ключевых регулирующих элементов. Энергетические соотношения в электромагнитных цепях.

#### 4.2. Лекции

№ лекции	Номер раздела дисциплины	Объем, часов	Тема лекции: содержание лекции
1	1	1	Регулируемые элементы с механическим управлением. Регулируемые элементы с электрическим управлением. Аналоговые и дискретные регулируемые элементы (резистивные, конденсаторные, дроссельные, трансформаторные). Трансформаторно-ключевые регулируемые элементы. Дискретно регулируемые трансформаторы.
2	2	1	Регулировочные характеристики. Погрешности регулировочных характеристик. Характеристики надежности. Энергетические характеристики. Помехоустойчивость схем управления. Регулирование с помощью гармонического и негармонического компонентов. Формализация процесса управления дискретным регулятором. Модели многокомпонентных регуляторов. Аддитивные и мультипликативные многокомпонентные дискретные регуляторы. Оценка качества цифрового регулятора напряжения. Структурные особенности цифрового регулятора напряжения.
3	3	1	Время варианты регуляторы. Регулятор с улучшенной регулировочной характеристикой. Распределение уровней напряжения в регуляторе мощности при амплитудном регулировании. Многозонное регулирование. Регуляторы с распределением полувольт. Регуляторы с нечеткой логикой. Оптимизация структуры цифрового регулятора. Схемы стабилизации. Регулировочные характеристики стабилизаторов. Быстродействующие стабилизаторы амплитуды, среднего и действующего значения.

4	4	1	Матричные модели коммутационных исполнительных структур. Эквивалентная схема коммутационных исполнительных структур. Матричные модели типовых коммутационных исполнительных структур. Соединения типовых схем коммутаторов. Обобщенная модель цифрового регулятора напряжения. Идеальный цифровой регулятор напряжения. Реальный цифровой регулятор напряжения. Оценка фактора неустойчивости питающей сети при проектировании прецизионных регуляторов напряжения. Матричные модели дискретных регуляторов. Сущность метода объединенных матриц. Формирование топологических матриц трансформаторно-ключевых регулирующих элементов. Энергетические соотношения в электромагнитных цепях.
<b>Итого:</b>		<b>4</b>	

#### 4.3. Практические занятия

№ занятия	Номер раздела дисциплины	Объем, часов	Тема практического занятия (содержание)
1	1	1	Регулировочные характеристики потенциометрического регулятора
2	2	1	Спектральный состав усеченной синусоиды
3	3	1	Регулирование с широтно-импульсной модуляцией
4	4	1	Влияние искажений сети на регулировочную характеристику цифрового регулятора
<b>Итого:</b>		<b>4</b>	

#### 4.4. Лабораторные работы

Не предусмотрены

#### 4.5. Самостоятельная работа аспиранта

№ п/п	Раздел дисциплины	Вид СРА	Трудоемкость, часов
1	Регулируемые элементы	Подготовка к практическому занятию № 1 и оформление отчета по нему.	25
2	Общие вопросы регулирования	Подготовка к практическому занятию № 2 и оформление отчета по нему.	25
3	Специальные методы регулирования	Подготовка к практическому занятию № 3 и оформление отчета по нему.	25
4	Моделирование цифровых регуляторов	Подготовка к практическому занятию № 4 и оформление отчета по нему.	25
<b>Итого:</b>			<b>100</b>

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 5.1. Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих форм организации учебного процесса:

1) **Лекция** – передача учебной информации от преподавателя к аспирантам, как правило с использованием компьютерных и технических средств, направленная в основном на приобретение аспирантами *новых теоретических и фактических* знаний.

2) **Практическая работа** – предназначена для углубленного изучения дисциплины. На этих занятиях идет осмысление теоретического материала, формируется умение убедительно формулировать собственную точку зрения, приобретаются навыки профессиональной деятельности, связанные с использованием программной среды SciLab.

### 5.2. Рекомендации по освоению дисциплины для аспиранта

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов, из них 8 часов аудиторных занятий и 100 часов, отведенных на самостоятельную работу аспиранта.

Рекомендации аспирантам по видам самостоятельной работы приведены в таблице:

Вид работы	Рекомендации
Изучение теоретического материала	Знакомство с теоретическим материалом по источникам, указанным в разделе 7
Подготовка к практической работе	Изучение форматов функций SciLab
Подготовка к отчету по практической работе	Изучение функций текстового и графического оформления результатов

## 6. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Контроль освоения дисциплины и оценивание уровня учебных достижений аспиранта осуществляется в виде текущего и промежуточного контроля в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов.

**Текущая аттестация** аспирантов производится в следующих формах:

- выполнение практических работ;
- защита практических работ;
- отдельно оцениваются личностные качества аспиранта (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача тестов, письменных домашних заданий.

**Промежуточный контроль** по результатам семестра по дисциплине проходит в форме зачета (включает в себя ответ на теоретические вопросы).

### 6.1. Характеристика оценочных средств

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

- **комплект кейс-заданий по разделам**, размещен в составе ФОС по дисциплине;
- **комплект теоретических вопросов на зачет**, размещен в составе УМК по дисциплине.

## 6.2. Система оценки знаний и график работы по учебной дисциплине

### Практические работы

Отчет по практической работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета. Защита отчета проходит в форме доклада аспиранта по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя. В случае если оформление отчета и поведение аспиранта во время защиты соответствуют установленным требованиям, аспирант получает максимальное количество баллов.

Основаниями для снижения оценки являются:

- нерациональное решение,
- небрежное выполнение,
- низкое качество графического материала .

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- неверно выбранный метод,
- ошибка в методике,
- недопустимое отклонение результатов,
- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала.

### Промежуточная аттестация (зачет):

- оценка «зачтено» выставляется аспиранту, выставляется аспиранту, если он показал знание концептуально-понятийного аппарата всего курса, умение логически четко построить ответ;

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если при ответе на зачетный вопрос он по лишь поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса.

### График самостоятельного теоретического изучения дисциплины

Форма оценочного средства	Условное обозначение	Номер недели																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Кейс задача	КЗ			+			+			+			+			+			
Зачет																	+		

### Оценка знаний обучающихся

№ контрольной точки	Виды учебной работы аспиранта	Срок сдачи, № недели	Число баллов
1	Решение кейс-задачи по разделу № 1	15	20
2	Решение кейс-задачи по разделу № 2	15	20
3	Решение кейс-задачи по разделу № 3	15	20
4	Решение кейс-задачи по разделу № 4	15	20
<b>Сумма баллов:</b>			<b>80</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			<b>20</b>
<b>Итоговая аттестация</b>			<b>100</b>

## Матрица сформированных компетенций

	<b>ПК-4</b> обладает способностью определять и обеспечивать эффективные режимы регулирования технических параметров					
	З1	У1	Н1	З2	У2	Н2
КЗ-1	+					
КЗ-2				+		
КЗ-3		+			+	
КЗ-4			+			+

### 7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Манин А. В. Юдин А. В. Магнитные элементы электронных устройств. [Текст]: Учебное пособие// РГАТУ, г. Рыбинск, 2013–134 с.
2. Суворин, А.В. Электротехнологические установки : учебное пособие / А.В. Суворин. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2011. - 376 с. - ISBN 978-5-7638-2226-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229391](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229391) (10.12.2014).

Дополнительная литература:

1. Юдин В.В. Моделирование в электротехнике и электронике: Учебное пособие.- Рыбинск: РГАТУ, 2012 – 139с.
2. Седлецкая С.Э.,Камакин В.А.,Юдин А.В. Система MATLAB для решения задач электротехники: Учебное пособие.-Рыбинск РГАТУ им. П.А.Соловьева, 2013.-108 с.
3. Юдин А.В. Седлецкая С.Э. Научно-технические расчеты на ПЭВМ: Учебное пособие.-Рыбинск РГАТУ им. П.А.Соловьева, 2012.-108 с.
4. Игнатович, В.М. Электрические машины и трансформаторы : учебное пособие / В.М. Игнатович, Ш.С. Ройз ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Министерство образования и науки Российской Федерации. - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2013. - 182 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442095](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442095) (10.12.2014).

Программное обеспечение:

1. ОС Windows
2. Microsoft Office 2010
3. Kaspersky Endpoint Security
4. Пакет «SCILAB»

Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

1. ЭБС «Университетская библиотека» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)

### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер).

2. Практические работы:

- лаборатория Г-315 (дисплейный класс), оснащенная персональными компьютерами, подключенными к сети Internet;

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ****«Способы и устройства регулирования и стабилизации переменного напряжения»**

Блок дисциплин «Вариативная часть (Дисциплины по выбору)»

Направление подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника (уровень подготовки кадров высшей квалификации)"

Профиль (специальность) 05.13.05 Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

**Цели освоения дисциплины**

Целью изучения дисциплины является формирование у аспирантов способности определять и обеспечивать эффективные режимы регулирования технических параметров. Для формирования этой способности аспиранты получают знания о способах регулирования и стабилизации переменного напряжения.

**В результате изучения курса аспирант должен:**

**Знать:** способы регулирования переменного напряжения, типовые структуры регуляторов переменного напряжения;

**Уметь:** выбирать тип регулирующего элемента в зависимости от решаемых задач, производить оценку влияния нестабильности питающей сети на точностные характеристики регуляторов;

**Владеть:** навыками расчета оптимальных структур цифровых регуляторов переменного напряжения.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 3 зачетных единицы, 108 часов.

**Основное содержание дисциплины**

Регулируемые элементы. Регулируемые элементы с механическим управлением. Регулируемые элементы с электрическим управлением. Аналоговые и дискретные регулируемые элементы (резистивные, конденсаторные, дроссельные, трансформаторные). Трансформаторно-ключевые регулируемые элементы. Дискретно регулируемые трансформаторы.

Общие вопросы регулирования. Регулировочные характеристики. Точностные характеристики. Характеристики надежности. Энергетические характеристики. Помехоустойчивость схем управления. Регулирование с помощью гармонического и негармонического компонентов.

Формализация процесса управления дискретным регулятором. Модели многокомпонентных регуляторов. Аддитивные и мультипликативные многокомпонентные дискретные регуляторы. Оценка качества цифрового регулятора напряжения. Структурные особенности цифрового регулятора напряжения. Матричные модели коммутационных исполнительных структур. Эквивалентная схема коммутационных исполнительных структур. Матричные модели типовых коммутационных исполнительных структур. Соединения типовых схем коммутаторов.

Моделирование цифровых регуляторов переменного напряжения. Обобщенная модель цифрового регулятора напряжения. Идеальный цифровой регулятор напряжения. Реальный цифровой регулятор напряжения. Оценка фактора нестабильности питающей сети при проектировании прецизионных регуляторов напряжения. Матричные модели дискретных регуляторов. Сущность метода объединенных матриц. Формирование топологических матриц трансформаторно-ключевых регулирующих элементов. Энергетические соотношения в электромагнитных цепях. Времявариантное регулирование. Времявариантный регулятор с улучшенной регулировочной характеристикой. Распределение уровней напряжения в регуляторе мощности при амплитудном регулировании. Оптимизация структуры цифрового регулятора.



ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа:

одобрена на 2017/2018 учебный год. Протокол № 3 заседания кафедры  
от "12" 10 2017 г.

Ведущий преподаватель \_\_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

одобрена на 2018/2019 учебный год. Протокол № 3 заседания кафедры  
от "20" 10 2018 г.

Ведущий преподаватель \_\_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

одобрена на 2019/2020 учебный год. Протокол № 3 заседания кафедры  
от "25" 10 2019 г.

Ведущий преподаватель \_\_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

одобрена на 20\_\_/20\_\_ учебный год. Протокол № \_\_ заседания кафедры  
от " \_\_ " \_\_ 20\_\_ г.

Ведущий преподаватель \_\_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

одобрена на 20\_\_/20\_\_ учебный год. Протокол № \_\_ заседания кафедры  
от " \_\_ " \_\_ 20\_\_ г.

Ведущий преподаватель \_\_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

одобрена на 20\_\_/20\_\_ учебный год. Протокол № \_\_ заседания кафедры  
от " \_\_ " \_\_ 20\_\_ г.

Ведущий преподаватель \_\_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_