

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Электроэнергетика и электротехника»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

### **Б.1.2.14 «Системы автоматического управления ЭТУС»**

направления подготовки

*13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»*

профиль «Электротехнологические установки и системы»

форма обучения – очная

курс – 4

семестр – 7

зачетных единиц – 6

часов в неделю – 5

всего часов – 216,

в том числе:

лекции – 32

коллоквиумы – нет

практические занятия – нет

лабораторные занятия – 48

самостоятельная работа – 126

зачет – нет

экзамен – 7 семестр

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Цель преподавания дисциплины:** формирование знаний о принципах работы, создания и наладки систем автоматического управления электротехнологическими объектами.

### **Задачи изучения дисциплины:**

- обучение принципам построения систем автоматического управления (САУ) электротехнологическими установками и системами (ЭТУС).
- обучение методам расчёта САУ ЭТУС;
- получение навыков синтеза, исследования и наладки САУ ЭТУС.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для усвоения данной дисциплины: высшая математика; теоретические основы электротехники; электротехнологические установки и системы; теория автоматического управления.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций: ОК-7, ОПК-1, 2, ПК-1, 2, 3, 4, 5, 7, 8.

**Студент должен знать:** особенности ЭТУС как объектов управления; основные методы построения САУ ЭТУС; основные методы анализа САУ ЭТУС.

**Студент должен уметь:** применять математические методы для решения задач синтеза и анализа САУ ЭТУС; формировать законченное представление о принятых решениях.

**Студент должен владеть:** инструментарием для решения математических задач применительно к системам управления; средствами компьютерной техники и информационных технологий.

## 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ Модуля	№ Не-дели	№ Те-мы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Практи-ческие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7 семестр									
1	1-2	1	Особенности САУ ЭТУС как объектов управления	30	4	-	6	-	20
	3-6	2	Автоматическое управление ЭПС	60	8	-	12	-	40
	7-10	3	Автоматическое управление индукционными ЭТУС	40	8	-	12	-	20

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	11-13	4	Автоматическое управление дуговыми ЭТУС	20	6	-	8	-	6
	14	5	Автоматическое управление лучевыми ЭТУС	14	2	-	4	-	8
	15	6	Автоматическое управление СВЧ ЭТУС	14	2	-	4	-	8
	16	7	Использование компьютерной техники в САУ ЭТУС	38	2	-	2	-	24
<b>Всего</b>				<b>216</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>48</b>	<b>-</b>	<b>126</b>

### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	4	1	Особенности САУ ЭТУС как объектов управления. Классификация САУ ЭТУС; регулируемые и регулирующие параметры; наблюдаемость и управляемость ЭТУС.	1, 2, 3, 5
		2	Особенности САУ ЭТУС как объектов управления. Характерные внешние воздействующие факторы; требования к качеству регулирования.	1, 2, 3, 5
2	8	3	Автоматическое управление ЭПС. Характерные особенности САУ ЭПС.	1, 2, 3, 6
		4	Релейные САУ ЭПС. Основные принципы построения релейных САУ ЭПС, точность релейного регулирования.	1, 2, 3, 7
		5	Аналоговые САУ ЭПС. Типовые регуляторы (П- регуляторы, ПИ - регуляторы, ПИД – регуляторы). Сравнительные характеристики качества релейного и аналогового регулирования.	1, 2, 3, 5
		6	Методы повышения качества регулирования ЭПС. Особенности пуска ЭПС, размещение датчиков.	1, 2, 3, 7
3	8	7	Автоматическое управление индукционными ЭТУС. Классификация индукционных установок, режимы работы, регулируемые параметры.	1, 2, 3, 8
		8	Система «индуктор - загрузка». Основные параметры регулирования, типовые схемы регулирования.	1, 2, 3, 8
		9	Регулирование канальных индукционных ЭТУ. Основные способы регулирования.	1, 2, 3, 7
		10	Регулирование тигельных индукционных ЭТУ. Основные способы регулирования.	1, 2, 3, 6
4	6	11	Автоматическое управление дуговыми ЭТУ. Классификация дуговых ЭТУ, особенности дуговых ЭТУ как нелинейных объектов управления.	1, 2, 3, 5
		12	Автоматическое управление дуговыми ЭТУ. ВВФ в дуговых ЭТУ.	1, 2, 3, 7
		13	Автоматическое управление дуговыми ЭТУ. Механизм управления перемещением электродов.	1, 2, 3, 8

1	2	3	4	5
5	2	14	Автоматическое управление лучевыми ЭТУ. Особенности лучевого нагрева, система стабилизации.	1, 2, 3, 5
6	2	15	Автоматическое управление СВЧ ЭТУ. Контролируемые параметры СВЧ ЭТУ.	1, 2, 3, 6
7	6	16	Использование компьютерной техники в САУ ЭТУС. Классификация систем управления на базе компьютерной техники. Особенности использования централизованных и распределенных систем.	1, 2, 3, 7

## 6. Содержание коллоквиумов

Действующим учебным планом коллоквиумы не предусмотрены.

## 7. Перечень практических занятий

Действующим учебным планом практические занятия не предусмотрены.

## 8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	4	3
2	6	Изучение основных принципов работы в среде MATLAB.	1, 2, 3, 7
	4	Моделирование типовых звеньев САУ.	1, 2, 3, 6
	4	Моделирование САУ по заданной структурной схеме без учёта нелинейных звеньев.	1, 2, 3, 4
	6	Моделирование типовых нелинейных звеньев САУ. Моделирование САУ по заданной структурной схеме с учётом нелинейных звеньев.	1, 2, 3, 7
	4	Исследование характеристик САУ на основе цифрового регулятора.	1, 2, 3, 8
	6	Моделирование САУ ЭПС на основе непрерывного регулятора.	1, 2, 3, 5
	6	Моделирование релейной САУ ЭПС.	1, 2, 3, 4
	6	Оптимизация САУ ЭПС.	1, 2, 3, 8
3	4	Моделирование САУ индукционной установки.	1, 2, 3, 6
	2	Оптимизация САУ индукционной установки.	1, 2, 3, 5

## 9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1 - 6	20	Понятие устойчивости линейных САУ (критерии Гурвица, Рауса, Михайлова, Найквиста).	1, 2, 3, 4
	20	Понятие устойчивости нелинейных САУ (критерии Ляпунова).	1, 2, 4, 5
1	2	3	4
1 - 6	20	Показатели качества САУ.	1, 2, 3, 4
	20	Синтез регуляторов на основе ЛАФЧХ.	1, 2, 3, 6
	22	Оптимальное управление	7

7	24	Адаптивные и экспертные системы.	7, 8
---	----	----------------------------------	------

### **10. Расчетно-графическая работа**

Действующим учебным планом расчетно-графическая работа не предусмотрена.

### **11. Курсовая работа**

Действующим учебным планом курсовая работа не предусмотрена.

### **12. Курсовой проект**

Действующим учебным планом курсовой проект не предусмотрен.

### **13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Компетенции формируются в процессе освоения образовательной программы последовательно и взаимосвязано. Показателями выработки этих компетенций являются результаты работы студента на лекционных и лабораторных занятиях. Критерии оценивания компетенции устанавливаются преподавателем в соответствии с его педагогическим опытом и мастерством и включают в себя систему оценок: «освоил», «не освоил», оценки при отчетах лабораторных работ.

Контрольные материалы, необходимые для оценки - отчеты по лабораторным работам. Типовые тесты прилагаются к учебной программе в ИОС.

### **Вопросы для зачета**

Действующим учебным планом зачет не предусмотрен.

### **Вопросы для экзамена**

1. Регулируемые параметры САУ ЭТУ.
2. Особенности САУ ЭТУС как объектов управления. Классификация САУ ЭТУС
3. Передаточные функции основных элементов ЭПС.
4. Понятие устойчивости линейных САУ.
5. Понятие устойчивости нелинейных САУ.
6. Релейные САУ ЭПС.
7. Аналоговые САУ ЭПС.
8. Типовые регуляторы.
9. Показатели качества САУ.
10. Методы повышения качества регулирования ЭПС
11. Передаточные функции основных элементов установки индукционного нагрева.
12. Система «индуктор - нагрузка». Основные параметры регулирования.

13. Регулирование канальных индукционных ЭТУ.
14. Регулирование тигельных индукционных ЭТУ.
15. Классификация дуговых ЭТУ, особенности дуговых ЭТУ как нелинейных объектов управления.
16. Автоматическое управление дуговыми ЭТУ. Механизм управления перемещением электродов.
17. Автоматическое управление лучевыми ЭТУ.
18. Автоматическое управление СВЧ ЭТУ.
19. Классификация систем управления на базе компьютерной техники.
20. Особенности использования микропроцессорной техники в составе САУ ЭТУ.

### **Тестовые задания по дисциплине**

Имеются образцы тестовых заданий.

### **14. Образовательные технологии**

Компьютер базовой конфигурации для каждого студента: монитор, системный блок, клавиатура, мышь, установленные в локальной сети дисплейного класса. Использование мультимедийных средств для сопровождения учебного процесса: проектор, экран.

### **15. Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине**

#### **Основная литература**

1. Малафеев, С. И. Основы автоматики и системы автоматического управления : учебник / С. И. Малафеев, А. А. Малафеева. - М. : ИЦ "Академия", 2010. - 384 с. : ил. ; 22 см. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 379-380 (22 назв.). - Гриф: рек. уполномоч. ГОУ ВПО "Санкт-Петербургский гос. электротехн. ун-т "ЛЭТИ" им. В. И. Ульянова (Ленина)" в качестве учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. "Проектирование и технология электрон. средств".

Экземпляры всего: 29

2. Лейбов Р.Л. Прикладные методы теории управления [Электронный ресурс] / Лейбов Р.Л. - Москва : АСВ, Прикладные методы теории управления / Учебное пособие. - М.: Издательство АСВ, 2014. - 192 с.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939538.html> - ЭБС «Электронная библиотека технического вуза».

3. Вдовин В.М. Теория систем и системный анализ [Электронный ресурс] / Вдовин В.М. - Москва : Дашков и К, 2010. Теория систем и системный анализ: Учебник / В. М. Вдовин, Л. Е. Суркова, В. А. Валентинов. - М.: Издательско торговая корпорация "Дашков и К°", 2010. - 640 с.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394000768.html> - ЭБС «Электронная библиотека технического вуза».

### **Дополнительная литература**

4. Яковенко Г.Н. Теория управления регулярными системами [Электронный ресурс] / Яковенко Г.Н. - Москва : БИНОМ, 2012. Теория управления регулярными системами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. Н. Яковенко.- 2-е изд. (эл.).- М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. -264 с. : ил.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996307890.html> - ЭБС «Электронная библиотека технического вуза».

5. Баран Е.Д. LabVIEW FPGA. Реконфигурируемые измерительные и управляющие системы [Электронный ресурс] / Баран Е.Д. - Москва : ДМК-пресс, . - LabVIEW FPGA. Реконфигурируемые измерительные и управляющие системы. - М.: ДМК Пресс, 2014 - 448 с.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940744948.html> - ЭБС «Электронная библиотека технического вуза».

6. Кудрявцев Е.М. Mathcad 11: Полное руководство по русской версии [Электронный ресурс] / Кудрявцев Е.М. - Москва : ДМК-пресс, . - Mathcad 11: Полное руководство по русской версии. - М.: ДМК Пресс. 2012 - 592 с., ил.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5940741754.html> - ЭБС «Электронная библиотека технического вуза».

7. Пантелеев А.В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие с мультимедиа сопровождением [Электронный ресурс] / Пантелеев А.В. - Москва : Логос, 2011. - Пантелеев А.В. Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие с мультимедиа сопровождением / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. - М.: Логос, 2011. - 424 с: ил. (Новая университетская библиотека).

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987045404.html> - ЭБС «Электронная библиотека технического вуза».

8. Анучин А.С. Системы управления электроприводов [Электронный ресурс] : Допущено УМО вузов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Электроэнергетика и электротехника" / Анучин А.С. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2015. - 373. с.: ил.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI240.htm> - ЭБС «Электронная библиотека технического вуза».

### **Периодические издания**

9. Автоматика и телемеханика : Российская Академия наук. - М. : Наука (архив 2010 -2018) - ISSN 0005-2310.

10. Вопросы электротехнологии: науч.-техн. журн. - Саратов : Саратовский гос. техн. ун-т им. Ю. А. Гагарина (архив 2013 – 2018), №1. – 4. ISSN 2309-6020.

11. Известия РАН. Теория и системы управления. - М. : Наука. (архив 2010 -2018) ISSN 0002-3388

12. Мехатроника, автоматизация, управление : теорет. и прикл. науч.-техн. журн. - М. : Новые технологии. (архив 2010 -2018) ISSN 1684-6427

13. Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика : науч.-техн. и произв. журн. - М. : Научтехлитиздат. I(архив 2010 -2018) SSN 2073-0004

## **16. Материально-техническое обеспечение**

В курсе лекций используются мультимедийные средства (компьютер, видеопроектор). При проведении лабораторных работ используются компьютерная техника и программное обеспечение MATLAB-6.

Аудиторные и лабораторные помещения соответствуют нормативам на площади для студентов очной формы обучения: общая площадь не менее 10 кв.м. на одного обучающегося (без учета исключительно ЭО и ДОТ, плюс коэффициент второй смены).