

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования «Казанский национальный исследовательский**  
**технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»**

**Институт радиоэлектроники и телекоммуникаций**  
**Кафедра Конструирования и технологии производства электронных средств**

## **АННОТАЦИЯ**

к рабочей программе дисциплины  
**«Теория автоматического управления»**

Индекс по учебному плану: **Б1.В.ДВ.04.02**

Направление подготовки: **11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»**

Квалификация: **бакалавр**

Профиль подготовки: **Проектирование и технология радиоэлектронных средств**

Виды профессиональной деятельности: **научно-исследовательская, проектно-конструкторская**

Разработчик: доцент кафедры КиТПЭС **С.А. Старцев**

Казань 2017 г.

# **РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **1.1. Цель изучения дисциплины**

Целью изучения дисциплины «Теория автоматического управления» является приобретение студентами базовых знаний современной теории управления, основ знаний по постановке и решению типовых задач автоматизации производственных процессов, разработке алгоритмов и проектированию средств управления.

## **1.2. Задачи дисциплины**

Задачами изучения дисциплины являются:

- знание структур и принципов действия устройств автоматики, принципов построения систем автоматического управления, методов анализа и синтеза систем автоматического управления в установившемся и переходном режимах, методов расчёта основных параметров и характеристик систем;
- умение выполнять расчётные работы по созданию систем автоматики, определять основные параметры и характеристики систем автоматического управления, анализировать их устойчивость, оценивать качество регулирования, выбирать корректирующий алгоритм;
- владение навыками решения творческих и исследовательских задач в области автоматического управления.

## **1.3. Место дисциплины в структуре ОП ВО**

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к вариативной части (дисциплины по выбору) блока Б1 основной образовательной программы подготовки бакалавров направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль подготовки «Проектирование и технология радиоэлектронных средств»); изучается в 7-м семестре по очной форме обучения. При изучении дисциплины используются знания, полученные студентами при освоении предшествующих математических, естественнонаучных и профессиональных дисциплин; дисциплина «Теория автоматического управления» является непосредственным продолжением дисциплины «Основы управления техническими системами» (Б1.Б.22). Полученные при освоении данной дисциплины знания необходимы при изучении последующих дисциплин, связанных с технологией производства радиоэлектронных средств, при выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы и программы магистерской подготовки.

## **1.4. Перечень компетенций, которые должны быть реализованы в ходе освоения дисциплины**

В результате освоения дисциплины должны быть реализованы следующие компетенции:

ПК-1 - способность моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования;

ПК-6 - готовность выполнять расчёт и проектирование деталей, узлов и модулей электронных средств, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

## РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЁ ОСВОЕНИЯ

### 2.1. Структура дисциплины, её трудоёмкость и применяемые образовательные технологии

#### Распределение фонда времени по видам занятий

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах/ интерактивные часы)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
<i>Раздел 1. Основы теории, устойчивость и качество линейных непрерывных систем автоматического управления</i>							<i>ФОС ТК-1</i>
Тема 1.1. Автоматика и системы автоматического управления. Основные понятия и определения. Классификация систем автоматического управления	6	3	-	-	3	ПК-13; ПК-63	Вопросы текущего контроля по разделу Защита отчётов о выполнении лабораторных работ Выполнение заданий к практическим занятиям
Тема 1.2. Основы теории линейных непрерывных систем управления	22/4	2	10/2	3/2	7	ПК-13, ПК-1У, ПК-1В; ПК-63, ПК-6У, ПК-6В	
Тема 1.3. Динамическая устойчивость линейных непрерывных систем автоматического управления	15/1	4	-	3/1	8	ПК-13, ПК-1У, ПК-1В; ПК-63, ПК-6У, ПК-6В	
Тема 1.4. Качество линейных непрерывных систем автоматического управления	17/3	3	-	6/3	8	ПК-13, ПК-1У, ПК-1В; ПК-63, ПК-6У, ПК-6В	
<i>Раздел 2. Синтез линейных непрерывных систем автоматического управления. Основы теории линейных дискретных систем управления</i>							<i>ФОС ТК-2</i>
Тема 2.1. Синтез линейных непрерывных систем автоматического управления	16/3	4	-	6/3	6	ПК-13, ПК-1У; ПК-63, ПК-6У	Вопросы текущего контроля по разделу Защита отчётов о выполнении лабораторных работ Выполнение заданий к практическим занятиям
Тема 2.2. Оптимальные процессы	7	2	-	-	5	ПК-63	
Тема 2.3. Синтез систем промышленной автоматики	7	2	-	-	5	ПК-63	
Тема 2.4. Основы теории линейных дискретных систем управления	18/4	2	4/1	6/3	6	ПК-13, ПК-1У; ПК-63, ПК-6У	
Тема 2.5. Устойчивость линейных дискретных систем управления	6	1	-	-	5	ПК-13; ПК-63	
Тема 2.6. Качество дискретных систем управления	6	1	-	-	5	ПК-13; ПК-63	

<i>Раздел 3. Линейные системы управления при случайных воздействиях. Нелинейные и оптимальные системы управления. Включение ЭВМ в контур управления</i>							<i>ФОС ТК-3</i>
Тема 3.1. Линейные системы управления при случайных воздействиях	20/4	4	-	8/4	8	ПК-13, ПК-1У; ПК-63, ПК-6У	Вопросы текущего контроля по разделу Защита отчётов о выполнении лабораторных работ Выполнение заданий к практическим занятиям
Тема 3.2. Нелинейные системы управления	21/3	4	4/1	4/2	9	ПК-13, ПК-1У; ПК-63, ПК-6У	
Тема 3.3. Основы теории оптимальных систем управления	10	2	-	-	8	ПК-13; ПК-63	
Тема 3.4. Включение ЭВМ в контур управления	9	2	-	-	7	ПК-13; ПК-63	
Курсовая работа	36	-	-	-	36	ПК-13, ПК-1У, ПК-1В; ПК-63, ПК-6У, ПК-6В	<i>ФОС ПА-1</i>
Экзамен	36	-	-	-	36	ПК-13, ПК-1У, ПК-1В; ПК-63, ПК-6У, ПК-6В	<i>ФОС ПА-2</i>
ИТОГО	252/22	36	18/4	36/18	162		

## 2.2. Содержание дисциплины

### **Раздел 1. Основы теории, устойчивость и качество линейных непрерывных систем автоматического управления**

**Тема 1.1.** Автоматика и системы автоматического управления. Основные понятия и определения. Классификация систем автоматического управления

Введение. Основные понятия и определения в автоматике и системах автоматического управления. Тенденции развития автоматике и систем автоматического управления. Технологические процессы, механизация и автоматизация технологических процессов. Рабочие и вспомогательные операции, операции управления. Формы автоматизации операций управления. Классификация систем управления. Алгоритмы функционирования и алгоритмы управления в системах управления. Принципы автоматического регулирования и управления. Способы передачи информации электрическими сигналами. Основные элементы автоматических систем управления. Принципиальные, функциональные и алгоритмические структурные схемы САУ. Технические средства автоматике: датчики информации, задающие и сравнивающие устройства, регуляторы, усилительно-преобразовательные и исполнительные устройства (двигатели), коммутационные и вспомогательные устройства.

**Литература:** [1; с. 4-55], [2; с. 7-42], [4; с. 6-24]

**Тема 1.2.** Основы теории линейных непрерывных систем управления

Математические модели, временные и частотные характеристики звеньев и систем автоматического управления. Динамическое звено; основные временные и частотные характеристики. Устойчивые и неустойчивые звенья. Передаточные функции звена и системы автоматического управления. Свойства, передаточные функции и частотные характеристики типовых позиционных, интегрирующих и дифференцирующих звеньев и звеньев с запаздыванием. Линеаризация характеристик нелинейного звена. Структурные схемы систем автоматического управления и правила их эквивалентных преобразований. Передаточные функции за-

мкнутой системы автоматического управления. Представление систем в форме переменных состояния.

**Литература:** [1; с. 56-150, 188-217], [2; с. 56-117], [4; с. 25-96]

**Тема 1.3.** Динамическая устойчивость линейных непрерывных систем автоматического управления

Понятие динамической устойчивости линейной системы автоматического управления. Критерии устойчивости Гурвица, Михайлова, Найквиста, логарифмический критерий устойчивости. Запасы устойчивости по модулю и по фазе. Построение областей устойчивости методом  $D$ -разбиения по параметру.

**Литература:** [1; с. 219-253], [2; с. 143-144, 148-159, 161-168], [4; с. 97-148]

**Тема 1.4.** Качество линейных непрерывных систем автоматического управления

Качество управления процессами в линейных непрерывных системах автоматического управления. Оценки качества систем управления. Точность системы автоматического управления. Инвариантность системы автоматического управления. Методы анализа точности систем автоматического управления при различных внешних воздействиях. Методы расчёта переходного процесса. Качество переходных процессов. Прямые и косвенные (корневые, частотные и интегральные) оценки качества переходного процесса. Чувствительность системы автоматического управления.

**Литература:** [1; с. 262-310], [2; с. 144-148, 159-161], [4; с. 149-191]

**Раздел 2. Синтез линейных непрерывных систем автоматического управления. Основы теории линейных дискретных систем управления**

**Тема 2.1.** Синтез линейных непрерывных систем автоматического управления

Синтез линейных непрерывных систем автоматического управления. Задачи и принципы синтеза систем автоматического управления. Реализация регуляторов в системах автоматического управления. Синтез алгоритмических структур систем автоматического управления. Частотный метод синтеза систем автоматического управления. Методы синтеза систем автоматического управления с заданным качеством процесса управления. Введение производных и интеграла в закон управления, инвариантность и комбинированное управление. Синтез автоматических систем подчинённого регулирования.

**Литература:** [1; с. 310-321], [2; с. 118-142, 189-202], [4; с. 191-208]

**Тема 2.2.** Оптимальные процессы

Показатели качества. Интегральное квадратичное отклонение. Оптимальные параметры и характеристики систем. Реализуемые оптимальные характеристики.

**Литература:** [1; с. 310-321]

**Тема 2.3.** Синтез систем промышленной автоматики

Динамические свойства промышленных объектов управления. Типовые линейные законы управления. Устойчивость систем регулирования с типовыми регуляторами. Расчёт оптимальных параметров настройки регуляторов.

**Литература:** [1; с. 310-321]

**Тема 2.4.** Основы теории линейных дискретных систем управления

Классификация дискретных систем управления. Релейные, импульсные и цифровые системы. Математическое описание дискретных систем автоматического управления. Модель импульсного элемента. Дискретно-разностные уравне-

ния систем автоматического управления. Математическое описание моделей дискретных систем управления решетчатыми функциями и разностными уравнениями. Дискретные преобразования и их свойства. Дискретные преобразования Лапласа и Z-преобразования функций времени. Передаточные функции дискретных систем управления. Передаточные функции разомкнутых и замкнутых дискретных систем.

**Литература:** [1; с. 165-187], [2; с. 203-212], [4; с. 209-229]

**Тема 2.5.** Устойчивость линейных дискретных систем управления

Динамическая устойчивость линейных дискретных систем управления. Методы оценки устойчивости замкнутых дискретных систем управления – корневой метод, дискретные аналоги критериев устойчивости Гурвица, Михайлова, Найквиста, логарифмического критерия.

**Литература:** [1; с. 253-259], [2; с. 212-215], [4; с. 229-244]

**Тема 2.6.** Качество дискретных систем управления

Качество дискретных систем автоматического управления. Анализ качества дискретных систем управления. Оценки качества дискретных систем управления. Определение прямых показателей качества переходного процесса. Определение величины установившихся ошибок. Аналитические и частотные методы синтеза дискретных систем управления с заданными показателями качества.

**Литература:** [2; с. 215-217], [4; с. 244-249]

### **Раздел 3. Линейные системы управления при случайных воздействиях. Нелинейные и оптимальные системы управления. Включение ЭВМ в контур управления**

**Тема 3.1.** Линейные системы управления при случайных воздействиях

Характеристики случайных воздействий в линейных системах управления. Стационарные случайные процессы. Корреляционные функции и спектральная плотность случайного процесса. Оценка влияния на систему автоматического управления случайных воздействий. Расчёт установившихся ошибок в замкнутой системе автоматического управления. Параметрическая оптимизация систем автоматического управления по критерию минимума среднеквадратичной ошибки при воздействии случайных процессов полезного задающего сигнала и сигнала помехи.

**Литература:** [2; с. 169-188], [4; с. 318-338]

**Тема 3.2.** Нелинейные системы управления

Особенности нелинейных систем автоматического управления. Типовые нелинейности в системах управления. Методы исследования нелинейных систем управления. Метод фазовых траекторий. Метод гармонической линеаризации. Устойчивость нелинейных систем управления. Исследование устойчивости нелинейных систем управления. Качество нелинейных систем управления. Оценка качества переходных процессов в нелинейных системах управления. Методы компенсации влияния нелинейностей в системах автоматического управления.

**Литература:** [1; с. 151-165], [2; с. 218-240], [4; с. 263-317]

**Тема 3.3.** Основы теории оптимальных систем управления

Основы теории оптимальных систем управления. Общие сведения. Понятие оптимальности системы управления. Классификация оптимальных систем управления. Адаптивные системы управления. Синтез оптимальных систем управления при регулярных воздействиях. Вариационный метод синтеза оптимальных систем

управления. Синтез с применением уравнения Эйлера. Синтез с применением принципа максимума Понтрягина. Синтез с применением метода динамического программирования Беллмана.

**Литература:** [1; с. 353-378], [2; с. 277-303], [4; с. 339-409]

**Тема 3.4.** Включение ЭВМ в контур управления

Особенности использования ЭВМ в автоматике и системах автоматического управления. Типовые структуры систем автоматического управления с включением ЭВМ в контур управления. Устройства связи ЭВМ с объектом управления. Обработка информации с датчиков. Фильтрация, экстраполяция, интерполяция сигналов. Режим реального времени управления. Распределённые системы. Локальные вычислительные сети в управлении. Применение микроконтроллеров для реализации устройств автоматики.

**Литература:** [2; с. 241-276], [3; с. 57-100, 144-187]

## **РАЗДЕЛ 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **3.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

#### **3.1.1. Основная литература**

1. Малафеев С.И. Основы автоматики и системы автоматического управления: Учебник для студ. вузов / С.И. Малафеев, А.А. Малафеева. - М.: Академия, 2010. – 384с. (140 экз.).

2. Шишмарев В.Ю. Основы автоматического управления: Учеб. пособие для студ. вузов / В.Ю. Шишмарев. – М.: Академия, 2008. – 352 с. (159 экз.).

3. Шандров Б.В. Технические средства автоматизации: Учебник для студ. вузов / Б.В. Шандров, А.Д. Чудаков. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2010. – 368с.- (40 экз. + 20 экз. 2007г.).

#### **3.1.2. Дополнительная литература**

4. Савин М.М. Теория автоматического управления: Учеб. пособие для студ. вузов / М.М. Савин, В.С. Елсуков, О.Н. Пятина; под ред. В.И. Лачина. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 469с. (56 экз.).

5. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления: Учебник для вузов / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2004. – 752с. (3 экз. + 31 экз. 2003г.).

6. Востриков А.С. Теория автоматического регулирования: Учебное пособие для вузов / А.С. Востриков, Г.А. Французова. – 2-е изд., стер. – М.: Высш. школа, 2006. – 365с. (36 экз.).

7. Солодовников В.В. Основы теории и элементы систем автоматического регулирования: Учеб. пособие для вузов / В.В. Солодовников, В.Н. Плотников, А.В. Яковлев. – М.: Машиностроение, 1985. – 535 с. (62 экз.).

8. Автоматизация технологического оборудования микроэлектроники: Учеб. пособие для приборостроит. спец. вузов / А.А. Сазонов, Р.В. Корнилов, Н.П. Кохан и др.; под ред. А.А. Сазонова. – М.: Высш. школа, 1991.- 334с. (19 экз.).

9. Гаркушенко В.И. Нелинейные и дискретные системы автоматического управления: Учеб. пособие / В.И. Гаркушенко – Казань: Изд-во КГТУ, 2000. – 140с. (96 экз.).

10. Дьяконов В.П. Mathcad 11/12/13 в математике: Справочник / В.П. Дьяконов. – М.: Горячая Линия-Телеком, 2007. – 958с. (5 экз.).

11. Дьяконов В.П. Matlab. Анализ, идентификация и моделирование систем: Специальный справочник / В.П. Дьяконов, В.В. Круглов. – СПб.: Питер, 2002. – 448 (5экз.)

### **3.1.3. Методическая литература к выполнению практических и лабораторных работ**

12. Гайдук А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB: Учеб. пособие для студ. вузов / А.Р. Гайдук, В.Е. Беляев, Т.А. Пьявченко. - 2-е изд., испр. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2011. – 464с. (20 экз.)

13. Сафиуллин Н.З. Моделирование стандартных воздействий в САУ. Методические указания к лабораторной работе. - Казань: Издательство КГТУ им. А.Н. Туполева, 2009.

14. Сафиуллин Н.З. Исследование структурных схем систем автоматического управления. Методические указания к лабораторной работе. - Казань: Издательство КГТУ им. А.Н. Туполева, 2009.

15. Сафиуллин Н.З. Исследование динамических характеристик линейных стационарных САУ. Методические указания к лабораторной работе. - Казань: Издательство КГТУ им. А.Н. Туполева, 2008.

16. Сафиуллин Н.З. Исследование устойчивости линейных САУ. Методические указания к лабораторной работе. - Казань: Издательство КГТУ им. А.Н. Туполева, 2008.

## **3.2. Информационное обеспечение дисциплины**

### **3.2.1. Основное информационное обеспечение**

1. Старцев С.А. Теория автоматического управления [Электронный ресурс]: Курс дистанционного обучения по направлению подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

ФГОС ВО / КНИТУ-КАИ, 2015. – Доступ по логину и паролю, URL:

[https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content\\_id=178013\\_1&course\\_id=11579\\_1](https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=178013_1&course_id=11579_1)

### **3.2.2. Дополнительное справочное обеспечение**

2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. URL:  
<http://window.edu.ru/>

3. Научно-техническая библиотека КНИТУ-КАИ. URL:  
<http://library.kai.ru/>

4. Российский архив по системам и управлению (РУСИКОН). URL:  
<http://www.rusycon.ru/win/rasu.html>



### **3.3. Кадровое обеспечение**

#### **3.3.1. Базовое образование**

Преподаватель, ведущий дисциплину, должен иметь высшее образование в предметной области автоматике и систем управления и /или наличие учёной степени и/или учёного звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области автоматике и систем управления и /или наличие заключения экспертной комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.

#### **3.3.2. Профессионально-предметная квалификация преподавателей**

Наличие у преподавателя, ведущего дисциплину, научных и/или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности по направлению автоматике и систем управления, выполненных в течение трёх последних лет.

#### **3.3.3. Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей**

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно- педагогической работы (не менее 1года); практический опыт работы в области автоматике и систем управления на должностях руководителей или ведущих специалистов более 3 последних лет.

Обязательное прохождение повышения квалификации (стажировки) не реже чем один раз в три года, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины, либо в области педагогики.