

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе  
Д.Ш. Султанова  
«07» июня 2021 г.

Рабочая программа дисциплины в виде электронного документа выгружена из информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу  
Простая электронная подпись, ID подписи: 1060  
Подписал Проректор по учебной работе Д.Ш. Султанова  
Дата 07.06.2021

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

Направление подготовки:	27.03.04 Управление в технических системах
Профиль:	Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	Заочная
Институт:	Институт управления, автоматизации и информационных технологий
Факультет:	Факультет управления и автоматизации
Кафедра-разработчик:	Кафедра «Систем автоматизации и управления технологическими процессами»
Курс; семестр	2-3; 6, 8

Вид нагрузки	Часы	Зачётные единицы
Лекция	8	0,22
Лабораторная работа	16	0,44
Контроль самостоятельной работы	45	1,25
Самостоятельная работа	206	5,72
Форма аттестации: Зачет (8 сем), Контрольная работа (8 сем), Экзамен (8 сем)	13	0,36
Всего	288	8

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального государственного образовательного стандарта (приказ № 871 от 31.07.2020) по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах для профиля «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» на основании учебных планов набора обучающихся 2021 года.

Разработчик программы:

Заведующий кафедрой

Р.К. Нургалиев

---

Старший преподаватель

А.Ю. Шарифуллина

---

### **СОГЛАСОВАНО**

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Систем автоматизации и управления технологическими процессами», протокол от 28.05.2021 г. № 9.

Заведующий кафедрой *Согласовано* Р.К. Нургалиев

### **УТВЕРЖДЕНО**

Начальник центра УМЦ

*Утверждаю*

Л.А. Китаева

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Цифровые системы автоматического управления» являются:

- 1) формирование знаний о цифровых системах регулирования, их типовых схемах и элементах;
- 2) обучение методам анализа и синтеза цифровых систем управления;
- 3) обучение способам применения методов исследования цифровых систем управления.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Цифровые системы автоматического управления» относится к формируемой участниками образовательных отношений части ООП и формирует у обучающихся по профилю «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Цифровые системы автоматического управления» обучающийся по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Высшая математика
2. Дополнительные главы математики

Дисциплина «Цифровые системы автоматического управления» является предшествующей и необходима для успешного освоения последующих дисциплин:

1. Автоматизация технологических процессов и производств
2. Системы автоматизации и управления
3. Теория автоматического управления

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

**ПК-7 Способен выбирать типовые законы регулирования и производить настройку систем автоматического управления**

ПК-7.1. Знает типовые законы систем автоматического регулирования

ПК-7.2. Умеет выполнять необходимые расчеты при выборе законов регулирования

ПК-7.3. Владеет навыками настройки систем автоматического управления

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

### **Знать:**

- основные положения теории цифровых систем управления (ЦСУ);
- принципы и методы построения, преобразования моделей ЦСУ;
- методы расчёта ЦСУ по линейным и нелинейным непрерывным и дискретным моделям объектов при детерминированных и случайных воздействиях;

### **Уметь:**

- применять принципы и методы построения цифровых моделей;
- применять методы анализа и синтеза при проектировании и исследовании цифровых систем и средств управления;
- выполнять расчёт настроечных параметров контуров регулирования систем управления.

### **Владеть:**

- принципами и методами анализа и синтеза цифровых систем и средств автоматического управления;

- навыками конфигурирования цифровых управляющих комплексов.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации
			Лекция	Практические занятия	Лабораторные	КСР	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Общая функциональная схема и состав цифровых систем регулирования	6	2				7	Контрольная работа
	<b>Итого по семестру</b>	<b>6</b>	<b>2</b>				<b>7</b>	
1.	Метод z-преобразования. Метод пространства состояний	8	1		7	22	100	Контрольная работа; Лабораторная работа; Экзамен
2.	Моделирование систем управления с применением цифровых методов.	8	2		3	8	33	
3.	Анализ цифровых систем управления	8	2		3	8	33	
4.	Синтез цифровых систем	8	1		3	7	33	
	<b>Итого по семестру</b>	<b>8</b>	<b>6</b>		<b>16</b>	<b>45</b>	<b>199</b>	<b>Зачет, Контрольная работа, Экзамен</b>

#### 5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
1.	Общая функциональная схема и состав цифровых систем регулирования	2	Типовые структурные и функциональные схемы цифровых систем автоматики. Объекты цифровых систем управления. Характеристики объектов, их математическое описание. Преобразование и обработка сигналов в цифровых системах управления. Математическое описание процесса квантования.	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3
2.	Метод z-преобразования. Метод пространства состояний	1	Основы метода. Понятие z-преобразования. Импульсная (дискретная) передаточная функция. Структурный анализ	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	5
			цифровых систем. Особенности метода пространства состояний в применении к цифровым системам. Уравнения состояния	
3.	Моделирование систем управления с применением цифровых методов.	2	Применения устройств выборки и хранения. Методы численного интегрирования. Метод z-форм. Метод пространства состояний с применением УВХ	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3
4.	Анализ цифровых систем управления	2	Устойчивость, необходимое и достаточное условие устойчивости. Дискретные аналоги критериев устойчивости: алгебраические критерии, критерий устойчивости Михайлова и Найквиста. Переходные процессы, ошибки в типовых режимах.	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3
5.	Синтез цифровых систем	1	Методы синтеза цифровых систем. Синтез аналоговых регуляторов: последовательных, в обратной связи. Реализация и синтез цифровых регуляторов. Цифровой ПИД-регулятор.	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>8</b>		

## 6. Содержание практических/семинарских занятий

Проведение практических/семинарских занятий не предусмотрено учебным планом

## 7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
1.	Метод z-преобразования. Метод пространства состояний	2	Лабораторная работа 1. Ошибки квантования и восстановления сигналов.	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3
2.		2	Лабораторная работа 2. Составление передаточных функций и метод дробного квантования.	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3
3.		3	Лабораторная работа 3. Решение дискретных уравнений состояния. Переходная (фундаментальная) матрица.	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3
4.	Моделирование систем управления с применением цифровых методов.	3	Лабораторная работа 4. Исследование цифровых моделей систем регулирования	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3
5.	Анализ цифровых систем управления	3	Лабораторная работа 5. Критерии устойчивости. Ошибки в типовых режимах	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3
6.	Синтез цифровых систем	3	Лабораторная работа 6. Синтез последовательного цифрового регулятора методом билинейного преобразования. Изучение устройства, свойств и методов синтеза цифровых	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	4	6
			ПИД-регуляторов	
	<b>ВСЕГО</b>	<b>16</b>		

## 8. Самостоятельная работа

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Общая функциональная схема и состав цифровых систем регулирования	7	подготовка к контрольной работе	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3
2.	Метод z-преобразования. Метод пространства состояний	100	подготовка к контрольной работе, подготовка к лабораторной работе	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3
3.	Моделирование систем управления с применением цифровых методов.	33	подготовка к контрольной работе, подготовка к лабораторной работе	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3
4.	Анализ цифровых систем управления	33	подготовка к контрольной работе, подготовка к лабораторной работе	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3
5.	Синтез цифровых систем	33	подготовка к контрольной работе, подготовка к лабораторной работе	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>206</b>		

### 8.1 Контроль самостоятельной работы

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1	2	3	5	6
1.	Метод z-преобразования. Метод пространства состояний	22	прием лабораторной работы, проверка контрольной работы	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3
2.	Моделирование систем управления с применением цифровых методов.	8	прием лабораторной работы, проверка контрольной работы	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3
3.	Анализ цифровых систем управления	8	прием лабораторной работы, проверка контрольной работы	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3
4.	Синтез цифровых систем	7	прием лабораторной работы, проверка контрольной работы	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>45</b>		

## 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности обучающихся в рамках дисциплины «Цифровые системы автоматического управления» используется рейтинговая система. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО КНИТУ.

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. За контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

Оценочные средства	Кол-во	Мин.баллов	Макс.баллов
<b>8-й семестр</b>			
Контрольная работа	1	12	18
Лабораторная работа	6	24	42
Экзамен	1	24	40
<b>Итого</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

## 10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и итоговой аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

## 11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 11.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Цифровые системы автоматического управления» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Количество экземпляров
Г. С. Аверьянов, А. Б. Яковлев, Основы теории автоматического управления [Электронный ресурс] Учебное пособие: Омск : Омский государственный технический университет, 2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/78453.html">http://www.iprbookshop.ru/78453.html</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
Д. П. Ким, Теория автоматического управления [Прочее] Учебник и практикум для вузов: Москва : Юрайт, 2020	<a href="https://urait.ru/bcode/450559">https://urait.ru/bcode/450559</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ
Г. В. Глазырин, Теория автоматического регулирования [Прочее] учебное пособие: Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017	<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=576221">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=576221</a> Режим доступа: по подписке КНИТУ

### 11.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
А.А. Воронов, В.К. Титов, Б.Н. Новогранов, Основы теории автоматического регулирования и управления [Учебник] учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "АСУ": М. : Высш. шк., 1977	11 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Л.С. Гольдфарб, А.В. Нетушил, Е.Б. Пастернак [и др.], Теория автоматического управления [Учебник] учебник для студ. вузов по автоматике и телемеханике, вычислит. и информ.-измерит. технике: М. : Высш. шк., 1972	3 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
А. . Воронов, Д. . Ким, В. . Лохин [и др.], Теория автоматического управления : Ч.2 [Прочее] : М. : Высш. шк., 1986	6 экз. УНИЦ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

### 11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Цифровые системы автоматического управления» предусмотрено использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. Образовательная платформа «Юрайт»: Режим доступа: <https://urait.ru/>

3. ЭБС Университетская библиотека онлайн: Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
4. ЭБС IPRbooks: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
5. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>

**УНИЦ**  
*Согласовано*

#### **11.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Базы данных:

Scopus Доступ свободный: [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

Web of Science Доступ свободный: [apps.webofknowledge.com](http://apps.webofknowledge.com)

Информационные справочные системы:

Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: [www.garant.ru](http://www.garant.ru)

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)

Информационный портал по АСУТП <http://www.asutp.ru>

#### **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Цифровые системы автоматического управления»:

Офисные и деловые программы: ABBYY FineReader 9.0 проф;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Russian;

Офисные и деловые программы: MS Office 2007 Professional Russian;

Офисные и деловые программы: MS Office 2010-2016 Standard

Архиватор 7 Zip

Блокнот Notepad

Яндекс Браузер

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной презентационной техникой в составе проектора, экрана и ноутбука. Лабораторные работы проводятся в специализированных компьютерных классах. Рабочее место преподавателя оснащено компьютером с доступом в сеть «Интернет».

#### **13. Образовательные технологии**

Количество часов занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе по дисциплине «Цифровые системы автоматического управления» составляет 6 ч.

В процессе освоения дисциплины «Цифровые системы автоматического управления» используются следующие образовательные технологии:

При чтении лекций используется комплект электронных презентаций и проектор. Все лабораторные занятия проводятся в специализированных компьютерных классах с использованием проектора, ПК с выходом в глобальную сеть Интернет.