

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета энергетики и систем  
управления



А.В. Бурковский /

16.02. 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Теория дискретных систем»**

Направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль Управление и информатика в технических системах

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

В.Л. Мурзинов

Заведующий кафедрой

Электропривода,

автоматики и управления в

технических системах

В.Л. Бурковский

Руководитель ОПОП

Ю.В. Мурзинов

Воронеж 2023

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

сформировать у студентов способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

приобрести знания об основных принципах построения дискретных систем, управления;

владеть приёмами проектирования структуры и синтеза алгоритмов обработки сигналов в дискретных системах управления.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теория дискретных систем» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Теория дискретных систем» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований, по выполнению экспериментов и оформлению результатов исследований, осуществлять подготовку проектов планов и программ проведения этих работ.

ПК-5 - Способен к разработке отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать методы по обработке и анализу научно-технической информации и обработки результатов исследований.
	Уметь выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований.
	Владеть способностью осуществлять подготовку проектов планов и программ проведения исследовательских работ.
ПК-5	Знать отдельные разделы проекта на различных стадиях проектирования автоматизированных систем управления
	Уметь разрабатывать отдельные разделы проекта на

	различных стадиях проектирования автоматизированных систем
	Владеть способностью к разработке отдельных разделов проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теория дискретных систем» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	52	52
В том числе:		
Лекции	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<b>Самостоятельная работа</b>	56	56
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

**очная форма обучения**

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение	Предмет и задачи курса. Основные понятия, определения и принципы построения дискретных систем	6	4	8	18
2	Методы дискретизации систем управления	Разностные уравнения дискретных процессов. Дискретное преобразование Лапласа. Дискретное преобразование Фурье. Спектр сигналов в дискретных системах..	6	4	8	18
3	Методы диагностики систем управления	Логические анализаторы. Сигнатурные анализаторы. Функциональное диагностирование-	6	2	10	18
4	Модели дискретных систем	Передаточные функции дискретных систем. Преобразования структурных схем дискретных систем. Частотные характеристики дискретных систем.	6	2	10	18
5	Алгоритмизация процедур дискретизации объектов управления	Восстановление непрерывного сигнала из дискретного. Использование моделей для анализа и синтеза систем	6	2	10	18
6	Построение моделей статики сложных многомерных	Выбор существенных переменных модели объекта моделирования. Оптимальное планирование эксперимента. Метод	6	2	10	18

объектов	группового учета аргументов.				
<b>Итого</b>		<b>36</b>	<b>16</b>	<b>56</b>	<b>108</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Численное решение на ЭВМ разностных уравнений различной степени
2. Z-преобразование дискретных сигналов и их спектры.
3. Анализ устойчивости и качества цифровых систем
4. Синтез дискретных систем управления.

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	Знать методы по обработке и анализу научно-технической информации и обработки результатов исследований.	Работа на лекциях, ответы на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований.	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью осуществлять подготовку проектов планов и программ проведения исследовательских работ.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	Знать отдельные разделы проекта на различных стадиях проектирования автоматизированных систем управления	Работа на лекциях, ответы на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь разрабатывать отдельные разделы	Решение стандартных	Выполнение работ в срок,	Невыполнение работ в срок,

	проекта на различных стадиях проектирования автоматизированных систем	практических задач	предусмотренный в рабочих программах	предусмотренный в рабочих программах
	Владеть способностью к разработке отдельных разделов проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-1	Знать методы по обработке и анализу научно-технической информации и обработки результатов исследований.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь выполнять эксперименты и оформлять результаты исследований.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью осуществлять подготовку проектов планов и программ проведения исследовательских работ.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	Знать отдельные разделы проекта на различных стадиях проектирования автоматизированных систем управления	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь разрабатывать отдельные разделы проекта на различных стадиях проектирования автоматизированных систем	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть способностью к разработке отдельных разделов проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## **7.2 Примерный перечень оценочных средств ( типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)**

### **7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию**

1. Общее понятие о дискретной системе управления. Достоинства и недостатки дискретных способа представления информации.
2. Математическое описание дискретных систем с использованием разностных уравнений.
3. Математическое описание дискретных систем с использованием свёртки.
4. Математическое описание дискретных систем с использованием передаточных функций.
5. Математическое описание дискретных систем с помощью амплитудных и фазовых частотных характеристик.
6. Математическое описание систем с амплитудно-импульсной модуляцией .
7. Математическое описание систем с частотно-импульсной модуляцией.
8. Математическое описание систем с широтно-импульсной модуляцией.
9. Структурные преобразования дискретных систем.
10. Анализ устойчивости дискретных систем.

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

1. Характерный признак дискретных системы:
  - а) квантование по уровню;
  - б) квантование по времени;
  - в) квантование по уровню и времени одновременно;
  - г) наличие импульсного элемента.
2. Что характерно для дискретной функция времени:
  - а) дискретная область определения;
  - б) дискретная область значений;
  - в) дискретные область определения и область значений.
3. Преимущество дискретных систем перед аналоговыми:
  - а) простота;
  - б) помехоустойчивость;
  - в) точность;
  - г) быстродействие.
4. Условие эквивалентности дискретных и аналоговой системы управления:
  - а) одинаковый динамический порядок систем;
  - б) одинаковый статический коэффициент передачи;
  - в) выполнение теоремы Котельникова;
  - г) выполнение условия Ляпунова.
5. Что является аргументом разностного уравнения:
  - а) частота;
  - б) время;
  - в) оператор Лапласа;
  - г) номер такта.
6. В каких системах применяется экстраполятор нулевого порядка:
  - а) в системах с квантованием по уровню;
  - б) в системах с квантованием по времени;
  - в) в системах с квантованием по уровню и времени одновременно;

г) в системах с импульсным элементом.

7. Как выглядит передаточная функция экстраполятора нулевого порядка:

а)  $W(s) = \frac{1 - e^{-sT}}{s}$ ;

б)  $W(s) = \frac{k}{s(1 - e^{-sT})}$ ;

в)  $W(s) = \frac{1 - e^{-sT}}{s(1 + e^{-sT})}$ .

8. Как должны соотноситься частота  $\omega_k$  квантования и граничная частота  $\omega_{гр}$  полезного сигнала в дискретной системе:

а)  $\omega_k \leq \omega_{гр}$ ;

б)  $2\omega_k \leq \omega_{гр}$ ;

в)  $\omega_k \geq 2\omega_{гр}$ ;

г)  $\omega_k \geq \omega_{гр}$ .

9. Какое разностное уравнение соответствует передаточной функции

$$W(z) = \frac{z-1}{z^2+z-1} :$$

а)  $y_i = x_i - y_{i-1} - y_{i-2} - 1$ ;

б)  $y_i = x_{i-1} - y_{i-1} + y_{i-2} - x_{i-2}$ ;

в)  $y_i = x_i - y_{i+1} - y_{i+2} - 1$ ;

г)  $y_i = x_{i-1} - y_{i+1} - y_{i+2} - 1$ .

10. Как выглядит условие конечной длительности переходного процесса в системе с передаточной функцией  $W(z) = \frac{k}{z+k-1}$  :

а)  $k=1$ ;

б)  $k=2$ ;

в)  $k=-z$ ;

г)  $k=e^{-z}$ .

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Разработка дискретных системы управления тяговым электродвигателем.
2. Система управления шаговым линейным двигателем.
3. Разработка дискретных системы управления прецизионного привода положения.
4. Оптимальная следящая система на дискретных элементах.
5. Разработка дискретных регулятора нагрузочного стенда.
6. Разработка дискретной системы управления двигателем переменного тока.
7. Синтез корректирующего дискретных фильтра в каналах передачи данных.
8. Синтез дискретных шумоподавляющего предусилителя.
9. Разработка модели широтно-импульсного модулятора.
10. Математическое описание дискретных систем с использованием передаточных функций.

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Общее понятие о дискретной системе управления. Достоинства и недостатки дискретных способа представления информации.
2. Математическое описание дискретных систем с использованием разностных уравнений.
3. Математическое описание дискретных систем с использованием свёртки.
4. Математическое описание дискретных систем с использованием передаточных функций.
5. Математическое описание дискретных систем с помощью амплитудных и фазовых частотных характеристик.
6. Математическое описание систем с амплитудно-импульсной модуляцией .
7. Математическое описание систем с частотно-импульсной модуляцией.
8. Математическое описание систем с широтно-импульсной модуляцией.
9. Структурные преобразования дискретных систем.
10. Анализ устойчивости дискретных систем.
11. Прохождения сигналов через дискретные системы. Теорема Котельникова.
12. Частотные методы оценки качества дискретных систем.
13. Методы оценки времени регулирования и точности дискретных систем управления.
14. Коррекция дискретных систем.
15. Понятие об оптимальности в дискретных системах управления.

#### 7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

#### 7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 20 баллов

#### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Предмет и задачи курса. Основные понятия, определения и принципы	ПК-1, ПК-5	Тест, защита лабораторных работ.

	построения дискретных систем		
2	Разностные уравнения дискретных процессов. Дискретное преобразование Лапласа. Дискретное преобразование Фурье. Спектр сигналов в дискретных системах..	ПК-1, ПК-5	Тест, защита лабораторных работ.
3	Логические анализаторы. Сигнатурные анализаторы. Функциональное диагностирование-	ПК-1, ПК-5	Тест, защита лабораторных работ.
4	Передаточные функции дискретных систем. Преобразования структурных схем дискретных систем. Частотные характеристики дискретных систем.	ПК-1, ПК-5	Тест, защита лабораторных работ.
5	Восстановление непрерывного сигнала из дискретного. Использование моделей для анализа и синтеза систем	ПК-1, ПК-5	Тест, защита лабораторных работ.
6	Выбор существенных переменных модели объекта моделирования. Оптимальное планирование эксперимента. Метод группового учета аргументов.	ПК-1, ПК-5	Тест, защита лабораторных работ.

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Рыбак Л.А. Теория автоматического управления. Часть II. Дискретные системы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Рыбак Л.А. – Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012.— 65 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28401.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Иванов В.А. Теория дискретных систем автоматического управления. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Иванов В.А., Голованов М.А.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012.— 100 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31278.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Иванов В.А. Теория дискретных систем автоматического управления. Часть 3 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Иванов В.А., Голованов М.А.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2013.— 160 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31683.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Цифровые системы управления [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.В. Григорьев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— СанктПетербург: Университет ИТМО, 2011.— 133 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71514.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Данилов А.Д. Цифровые системы управления: Учеб. пособие. - Воронеж: ФГБОУ ВПО "Воронежская государственная лесотехническая академия", 2007. - 235 с.

### **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

MicrosoftOfficeWord 2013/2007

MicrosoftOfficeExcel 2013/2007

MicrosoftOfficePowerPoint 2013/2007

MatLab

Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic

OpenOffice Mozilla Firefox Zip

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ <https://electrono.ru> <https://www.tehnari.ru/>

<https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> <https://www.sql.ru/>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Дисплейный класс, оснащенный компьютерами с доступом в Интернет и

программным обеспечением, необходимым для выполнения заданий и лабораторных работ

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Теория дискретных систем» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li><li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li></ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.