

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева  
Кафедра «Приборы управления»

Утверждено на заседании кафедры  
«Приборы управления»  
«19» января 2022 г., протокол №1

Заведующий кафедрой



В.Я. Распопов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**«Цифровые системы управления»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки

**24.04.02 Системы управления движением и навигация**

с направленностью (профилем)

**Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации**

Форма(ы) обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 240402-01-22

Тула 2022 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик(и):**

Телухин С.В., доцент, к.т.н., \_\_\_\_\_  
*(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)*

  
\_\_\_\_\_  
*(подпись)*

\_\_\_\_\_  
*(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)*

\_\_\_\_\_  
*(подпись)*

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

**Целью** освоения дисциплины (модуля) является обучение студентов основам применения теории автоматического управления на этапах проектирования цифровых систем управления новыми образцами элементов, приборов, систем и комплексов; привитие навыков практического расчета характеристик и синтеза цифровых систем управления.

**Задачами** освоения дисциплины (модуля) являются:

- изучение принципов функционирования и методов анализа цифровых систем управления;
- приобретение знаний и навыков по методам и способам проведения анализа и синтеза цифровых систем управления элементов, приборов, систем и комплексов.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина (модуль) относится к части основной профессиональной образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина (модуль) изучается во втором семестре.

## **3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)**

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями) и индикаторами их достижения, установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

### **Знать:**

- 1) методы анализа и синтеза приборов и систем (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.1);

### **Уметь:**

- 1) составлять структурные схемы и математические модели, проводить анализ параметров приборов и систем (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.3);

### **Владеть:**

- 1) навыками расчета параметров и характеристик приборов и систем (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.6).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

## **4 Объем и содержание дисциплины (модуля)**

#### 4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
2	Э, КР	6	216	24	12	12	–	3	0,5	164,5
Итого	–	6	216	24	12	12	–	3	0,5	164,5

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

#### 4.2 Содержание лекционных занятий

##### Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<b>2 семестр</b>	
1	Общие сведения. Основы дискретного преобразования Лапласа и Z-преобразования
2	Импульсный элемент и его уравнения. Уравнение разомкнутой импульсной системы.
3	Передаточная функция. Вычисление передаточной функции разомкнутой дискретной системы и ее свойства
4	Определение процессов в импульсных системах с помощью Z-преобразования. Уравнение и передаточная функция замкнутой импульсной системы
5	Правила структурных преобразований в импульсных системах. Многоконтурные импульсные системы.
6	Частотные характеристики импульсных систем. Свойства частотных характеристик импульсных систем. Псевдочастотные частотные характеристики дискретных систем
7	Методы построения частотных характеристик импульсных систем. Частотное представление решетчатой функции. Прохождение непрерывного гармонического сигнала через дискретно-непрерывную цепь.
8	Понятие устойчивости. Условие устойчивости линейных импульсных систем. Устойчивость импульсных систем в моменты съема и между ними
9	Анализ устойчивости с помощью критерия Найквиста. Анализ устойчивости импульсных систем методом логарифмических частотных характеристик
10	Основы теории разностных уравнений. Выбор переменных состояния дискретных систем. Вычисление передаточной функции многомерных дискретных систем
11	Свободные и вынужденные процессы в импульсных системах. Анализ точности при полиномиальных воздействиях

№ п/п	Темы лекционных занятий
12	Требования к динамике системы и их учет при решении задачи синтеза. Построение желаемой частотной характеристики. Непрерывная коррекция дискретных систем. Импульсная коррекция дискретных систем. Определение передаточной функции корректирующего устройства. Метод стандартных разностных уравнений

### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<b>2 семестр</b>	
1	Определение реакции импульсной системы
2	Нормальное и модифицированное Z-преобразования
3	Передаточная функция замкнутой импульсной системы
4	Логарифмическая амплитудно-фазовая псевдочастотная характеристика
5	Устойчивость импульсной системы
6	Прямое, параллельное и последовательное программирование

### 4.4 Содержание лабораторных работ

#### Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<b>2 семестр</b>	
1	Исследование переходных процессов
2	Исследование влияния шага дискретизации
3	Построение частотной характеристики
4	Исследование влияния временной задержки
5	Методы программирования

### 4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

### 4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

#### Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<b>2 семестр</b>	
1	Самостоятельное изучение раздела «Прохождение дискретного гармонического сигнала через импульсную систему»
2	Самостоятельное изучение раздела «Преобразование спектра гармонического сигнала импульсным элементом»
3	Самостоятельное изучение раздела «Алгебраические критерии устойчивости импульсных систем»
4	Самостоятельное изучение раздела «Аналог частотного критерия Михайлова»
5	Самостоятельное изучение раздела «Пространство состояний дискретной системы»

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
6	Самостоятельное изучение раздела «Исследование устойчивости при описании дискретных систем уравнениями состояния»
7	Самостоятельное изучение раздела «Вычисление переходных процессов в импульсных системах»
8	Самостоятельное изучение раздела «Условие управляемости и наблюдаемости линейных импульсных систем»
9	Самостоятельное изучение раздела «Коэффициенты ошибок дискретной системы»
10	Самостоятельное изучение раздела «Вопросы физической реализуемости корректирующих устройств»
11	Самостоятельное изучение раздела «Реализация аналогового прототипа с помощью цифрового фильтра»
12	Самостоятельное изучение раздела «Синтез цифрового управления на основе обратной задачи динамики»
13	Подготовка к практическим занятиям
14	Выполнение курсовой работы
15	Подготовка к экзамену

### 5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

#### Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
<b>6 семестр</b>			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещение лекционных занятий	10
		Выполнение и защита лабораторных работ №1-3	10
		Контрольная работа 1	10
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		Посещение лекционных занятий	10
		Выполнение и защита лабораторных работ №4-6	10
		Контрольная работа 2	10
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (100*)
	Защита курсовой работы		100

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

#### Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовле- творительно	Удовлетво- рительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

## **6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется:

- стандартная аудитория для лекционных занятий, оснащенная доской;
- компьютерный класс для практических занятий и лабораторных работ.

## **7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **7.1 Основная литература**

1. Бесекерский, В.А. Теория систем автоматического управления: [Учебное издание] / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – 4-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Профессия, 2004. – 752 с.
2. Иванов, В.А. Теория дискретных систем автоматического управления: учеб. пособие для втузов / В. А. Иванов, А. С. Ющенко / Под. ред. Е.П. Попова. – М.: Наука, 1983. – 335 с.
3. Пухальский, Г.И. Проектирование цифровых устройств: учебное пособие для вузов / Г.И. Пухальцев, Т.Я. Новосельцева. – СПб [и др.], 2012. – 889 с.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Горячев, О.В. Основы теории микропроцессорных систем управления: учеб. пособие / О.В. Горячев, С. А. Руднев. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2003. – 211 с.
2. Певзнер, Л.Д. Теория систем управления: Курс лекций: Учеб. пособие для вузов / Л.Д. Певзнер. – М.: Изд-во МГГУ, 2002. – 472 с.
3. Харламов, А.В. Цифровые устройства и микропроцессоры: учебное пособие: в 3 ч. Ч.1 / А.В. Харламов. – Тула: ТАИИ, 2010. – 155 с.
4. Харламов, А.В. Цифровые устройства и микропроцессоры: учебное пособие: в 3 ч. Ч.2 / А.В. Харламов. – Тула: ТАИИ, 2010. – 153 с.
5. Юревич, Е.И. Теория автоматического управления: учебник для вузов / Е.И. Юревич. – 3-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 560 с.

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» не требуются.

## **9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Программный пакет Mathcad;
2. Программный пакет Scilab.

### **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются.