

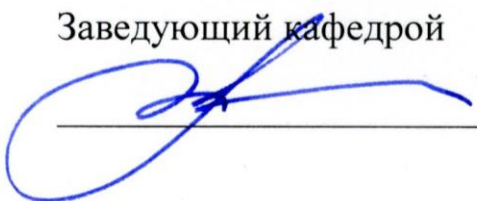
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

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

Утверждено на заседании кафедры  
«Системы автоматического управления»  
«13» января 2021 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой



\_\_\_\_\_ О.В.Горячев

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**«Компьютерное управление мехатронными системами»**

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

по направлению подготовки  
**15.03.06 Мехатроника и робототехника**

с направленностью (профилем)  
**Мехатроника**

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 150306-01-21

Тула 2021 год

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

**Разработчик:**

Горячев Олег Владимирович, зав. каф. САУ, д.т.н., проф.  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

## 1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

**Целью** освоения дисциплины (модуля) является получение базового профессионального образования в области методов анализа и синтеза импульсных и цифровых систем управления мехатронными модулями.

**Задачами** освоения дисциплины (модуля) являются изучение и практическое усвоение:

- способов математического описания импульсных и цифровых САУ с помощью передаточных функций и частотных характеристик;
- способов описания цифровых систем с помощью методов пространства состояний;
- методов исследования устойчивости и точности импульсных цифровых САУ;
- методов и приемов анализа и синтеза линейных дискретных САУ;
- элементов математического описания и анализа импульсных и цифровых автоматических систем управления мехатронными модулями.

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

Дисциплина (модуль) относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается в 6 и 7 семестрах.

## 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), установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

### **Знать:**

- 1) основные понятия, принципы, методы анализа и синтеза современных систем автоматического управления с компьютерным управлением (код компетенции – ПК-11, код индикатора – ПК-11.1);
- 2) критерии устойчивости, методики расчета точности и качества переходного процесса мехатронных систем с компьютерным управлением (код компетенции – ПК-11, код индикатора – ПК-11.1).

### **Уметь:**

- 1) разрабатывать математические модели мехатронных модулей и систем с компьютерным управлением (код компетенции – ПК-11, код индикатора – ПК-11.2);
- 2) проводить анализ статических и динамических характеристик систем с компьютерным управлением и синтезировать алгоритмы коррекции мехатронных систем (код компетенции – ПК-11, код индикатора – ПК-11.2).

### **Владеть:**

- 1) приемами практического использования принципов, законов, методов фундаментальных дисциплин для решения прикладных задач в области анализа и синтеза импульсных и цифро-

вых систем управления динамическими объектами (код компетенции – ПК-11, код индикатора – ПК-11.3);

2) методиками расчета основных характеристик и проектирования компонентов управляющих алгоритмов мехатронных систем с компьютерным управлением (код компетенции – ПК-11, код индикатора – ПК-11.3).

Полные наименования компетенций 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										
6	ЗЧ	3	108	32	16	16	–	–	0,1	43,9
7	Э	3	108	28	-	14	–	2	0,25	63,75
Итого	–	6	216	60	16	30	–	2	0,35	107,65

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>6 семестр</b>	
1	Общие сведения о цифровых автоматических системах
2	Модели линейных импульсных систем
3	Использование Z- преобразования для анализа процессов в импульсных системах
4	Устойчивость линейных импульсных систем
5	Точность линейных импульсных систем
<b>7 семестр</b>	
6	Методы пространства состояний в теории систем с компьютерным управлением
7	Условия управляемости, наблюдаемости и восстанавливаемости линейных импульсных систем
8	Синтез систем с компьютерным управлением частотными методами

№ п/п	Темы лекционных занятий
9	Синтез систем с компьютерным управлением в пространстве состояний

#### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

##### Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<b>6 семестр</b>	
1	Математическое описание линейных непрерывных динамических систем
2	Расчет процессов в динамических системах
3	Математическое описание дискретных систем. z-передаточные функции
4	Определение разностного уравнения по заданному изображению
5	Методы программирования
6	Анализ выходных процессов линейных импульсных динамических систем
7	Определение устойчивости линейных импульсных систем
8	Определение точностных характеристик линейных импульсных систем
9	Синтез дискретного корректирующего устройства, включаемого последовательно с неизменяемой частью системы

#### 4.4 Содержание лабораторных работ

##### Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<b>6 семестр</b>	
1	Моделирование динамических систем в среде MatLab SimuLink.
2	Анализ динамики импульсной системы.
3	Анализ устойчивости и качества процессов в импульсной системе.
4	Анализ частотных свойств линейной импульсной системы.
<b>7 семестр</b>	
5	Моделирование импульсной системы с последовательным корректирующим устройством
6	Построение математической модели линейной импульсной системы во временной области.
7	Синтез линейной импульсной системы методами пространства состояния.
8	Синтез алгоритма наблюдателя состояния методами пространства состояния.
9	Учет влияния квантования сигналов по уровню при анализе характеристик систем с компьютерным управлением, синтезированных методом ЛФПЧХ
8	Учет влияния квантования сигналов по уровню при анализе характеристик систем с компьютерным управлением, синтезированных методами пространства состояний

#### 4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

**Очная форма обучения**

<b>№ п/п</b>	<b>Виды и формы самостоятельной работы</b>
<b>6 семестр</b>	
1	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
2	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
3	Подготовка к лабораторным работам
4	Подготовка отчетов по лабораторным работам
<b>7 семестр</b>	
5	Подготовка к лабораторным работам
6	Подготовка отчетов по лабораторным работам
7	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

**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
6 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на практических (семинарских) занятиях	10
		Работа на лабораторных занятиях	15
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Работа на лабораторных занятиях	15
		Работа на практических занятиях	10
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Зачет		40 (100*)
7 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	10
		Работа на лабораторных занятиях	20
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	10
	Работа на лабораторных занятиях	20	

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен		40 (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			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	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) требуются:

- учебная аудитория, оснащенная видеопроектором, настенным экраном, и персональным компьютером или ноутбуком (мультимедийный класс (лекционные занятия));
- учебная аудитория, оборудованная доской для написания мелом или маркером (практические (семинарские) занятия);
- компьютерный класс (лабораторные работы).

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

#### 7.1 Основная литература

1. Горячев О.В. Основы теории компьютерного управления : учеб. пособие / О. В. Горячев, С. А. Руднев; ТулГУ. — Тула: Изд-во ТулГУ, 2008. — 220 с.: ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 978-5-7679-1194-3. — <URL: <https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2013040914342128499900001265>
2. Горячев О.В. Синтез цифровых регуляторов мехатронных систем. учеб. пособие. Тула: Изд-во ТулГУ., 2020. 241с.
3. Горячев О.В. Компьютерное управление мехатронными системами. Практикум. Часть 1: учеб. пособие. Тула: Изд-во ТулГУ., 2012. 123с.
4. Горячев О.В. Компьютерное управление мехатронными системами. Практикум. Часть 2: учеб. пособие. Тула: Изд-во ТулГУ., 2014. 152с.
5. Горячев О.В. Компьютерное управление мехатронными системами. Сборник методических указаний к лабораторным работам по курсу: учеб. пособие. Тула: Изд-во ТулГУ., 2018. 125с.
6. Макаров Н.Н. Анализ и синтез систем автоматического управления с использованием

системы MatLab/Н.Н.Макаров, С.В.Феофилов. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. – 68с.

## 7.2 Дополнительная литература

1. Математические основы теории автоматического регулирования: учеб. пособие для втузов / В.А. Иванов, В.С. Медведев, Б.К. Чемоданов, А.С. Ющенко. – М.: Высшая школа, 1977. Т. 1 / под ред. Б. К. Чемоданова. – 1977. – 366 с. Т. 2 / под ред. Б. К. Чемоданова. – 1977. – 454 с.
2. Стрейц, В. Метод пространства состояний в теории дискретных линейных систем автоматического управления / В. Стрейц; пер. с англ. Э.Д. Аведьяна; под ред. Я.З. Цыпкина. – М.: Наука: Гл. ред. физматлит, 1985. – 296 с.
3. Основы расчета и проектирования мехатронных модулей систем наведения и стабилизации/ О.В.Горячев, В.И.Жемеров, А.П.Панков, В.С.Фимушкин. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2010.233с.
4. Пупков К.А. Методы классической и современной теории автоматического управления. Т.5, Методы современной теории автоматического управления/К.А.Пупков [и др.];под ред.К.А.Пупкова,Н.Д.Егупова : учебник для вузов:в 5 т. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : МГТУ им.Баумана, 2004 .— 784с.
5. Пупков К.А. Методы робастного,нейро-нечеткого и адаптивного управления : учебник для вузов / К.А.Пупков [и др.];под ред.Н.Д.Егупова .— 2-е изд.,стер. — М. : Изд-во МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2002 .— 744с. : ил.

### Периодические издания:

1. Журнал «Мехатроника, автоматизация, управление» <https://mech.novtex.ru/>
2. Методические указания имеются как, в бумажном виде, в методическом кабинете кафедры САУ, так и в электронном виде в единой кафедральной информационной базе (URL: \\Sauroot2k-r\КафедраСАУ).

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

1. <http://www.exponenta.ru> - Образовательный портал центра Центр Инженерных Технологий и Моделирования;
2. <http://www.elibrary.ru> - Научная электронная библиотека в области науки, технологии;
3. <https://e.lanbook.com/> - Электронная библиотечная система «Лань»;
4. <https://tsutula.bibliotech.ru/> - Электронный читальный зал “БИБЛИОТЕХ”: учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам;
5. <http://www.iprbookshop.ru/> - ЭБС IPRBooks - универсальная базовая коллекция изданий;
6. <http://cyberleninka.ru/> - НЭБ КиберЛенинка - научная электронная библиотека открытого доступа;
7. <http://window.edu.ru> - Единое окно доступа к электронным образовательным ресурсам.



## **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. Операционная система Microsoft Windows или её свободно распространяемый аналог – Calculate Linux;
2. Текстовый процессор Microsoft Word или его свободно распространяемые аналоги: LibreOffice и OpenOffice;.
3. Пакет офисных приложений «МойОфис».
4. Пакет прикладных математических программ Matlab или его свободно распространяемые аналоги: Scilab и GNU Octave.

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

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются.