

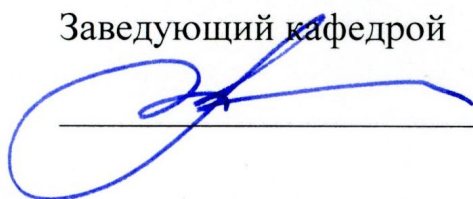
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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»
«24» января 2024 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой



_____ О.В.Горячев

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Основы цифрового управления»**

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата
по направлениям подготовки:**

- 01.03.02 Прикладная математика и информатика, направленность (профиль):
Прикладная математика и информатика
- 01.03.03 Механика и математическое моделирование, направленность (профиль):
Механика деформируемого твердого тела
- 09.03.02 Информационные системы и технологии, направленность (профиль):
Информационные системы
- 09.03.03 Прикладная информатика, направленность (профиль): Интеллектуаль-
ные и предметно-ориентированные автоматизированные системы
- 09.03.04 Программная инженерия, направленность (профиль):
Мобильные и веб-приложения

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 010302-02-23,
010303-01-23, 090302-01-23, 090303-01-23, 090304-01-23

Тула 2024 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 динамическими объектами.

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 основных профессиональных образовательных программ.

Дисциплина (модуль) изучается в 4 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), установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

- 1) математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности (код компетенции – ОПК-3, код индикатора – ОПК-3.1)(01.03.02);
- 2) принципы работы современных информационных технологий (код компетенции – ОПК-4, код индикатора – ОПК-4.1)(01.03.02);
- 3) основы программирования, организации баз данных и компьютерного моделирования (код компетенции – ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.1)(01.03.03);
- 4) основные положения и концепции прикладного программного обеспечения, эксплуатации программных продуктов и программных комплексов (код компетенции – ОПК-4, код индикатора – ОПК-4.1)(01.03.03).

Уметь:

- 1) применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности (код компетенции – ОПК-3, код индикатора – ОПК-3.2)(01.03.02);
- 2) решать задачи профессиональной деятельности с использованием существующих информационно-коммуникационных технологий (код компетенции – ОПК-4, код индикатора – ОПК-4.2)(01.03.02);

- 3) использовать современный математический аппарат в профессиональной деятельности (код компетенции – ОПК-2.2, код индикатора – ОПК-2.2)(01.03.03);
- 4) использовать современные информационные технологии в профессиональной деятельности (код компетенции – ОПК-4, код индикатора – ОПК-4.2)(01.03.03).

Владеть:

- 1) методиками выбора и использования математических моделей для решения задач профессиональной деятельности (код компетенции – ОПК-3, код индикатора – ОПК-3.3)(01.03.02);
- 2) навыками использования современных информационных технологий для решения задач профессиональной деятельности (код компетенции – ОПК-4, код индикатора – ОПК-4.3)(01.03.02);
- 3) навыками математического аппарата при решении конкретных задач (код компетенции – ОПК-2.2, код индикатора – ОПК-2.3)(01.03.03);
- 4) практическими навыками решения задач с использованием программного обеспечения и информационных технологий (код компетенции – ОПК-4, код индикатора – ОПК-4.3)(01.03.03).

Полные наименования компетенций представлены в общих характеристиках основных профессиональных образовательных программах.

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										
3	ЗЧ	2	72	16	16	–	–	–	0,1	39,9
Итого	ЗЧ	2	72	16	16	–	–	–	0,1	39,9

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
3 семестр	
1	Основные определения и математические основы теории управления. Математические модели линейных САУ и объектов управления. Показатели качества САУ.
2	Структурные преобразования линейных систем управления и частотные характеристики
3	Устойчивость и точность замкнутых САУ. Критерии устойчивости
4	Основы синтеза систем управления частотными методами. Классические ПИД - регуляторы. Основы подчиненного регулирования.
5	Особенности цифровых систем управления. Дискретизация по времени и уровню сигналов в ЦСУ. Применение операторных методов в теории цифровых систем управления. Преобразование Тастина.
6	Переход от передаточной функции корректирующего фильтра к дискретному алгоритму управления. Дискретизация ПИД-регулятора. Дискретная реализация структуры подчиненного регулирования
7	Синтез дискретных (цифровых) САУ методами пространства состояний (модальное управление).
8	Восстановление полного вектора состояния объекта управления по его измеряемой части. Наблюдатели состояния (наблюдатель Луенбергера).

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
3 семестр	
1	Математические модели линейных САУ и динамических объектов управления. Основы операционного исчисления
2	Формализованный переход к передаточным функциям. Структурные преобразования САУ. Типовые динамические звенья
3	ЛАФЧХ динамических звеньев. Анализ устойчивости динамических систем.
4	Синтез последовательного корректирующего устройства, обеспечивающего выполнение требований к динамической точности и качеству переходного процесса (показателю колебательности).
5	Разностные уравнения. Основы Z-преобразования. Преобразование передаточных функций из непрерывной в дискретную формы записи Свойства Z-преобразования. Частотные характеристики дискретных (импульсных систем)
6	Анализ выходных процессов линейных импульсных динамических систем. Применение автоматизированных пакетов моделирования для исследования САУ
7	Переход от Z-передаточной функции к разностным уравнениям. Методы программирования: последовательное, прямое и параллельное
8	Синтез последовательного корректирующего устройства, обеспечивающего выполнение требований к динамической точности и качеству переходного процесса (показателю колебательности).

4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

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
3 семестр	
1	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
2.	Выполнение домашних заданий на тему:
2.1.	Решение линейного дифференциального уравнения. Линеаризация дифференциального уравнения. Построение передаточной функции объекта управления.
2.2.	Структурные преобразования линейных САУ
2.3.	Формирование таблицы с ЛАФЧХ типовых динамических звеньев.
2.4.	Задание на расчет параметров последовательного корректирующего устройства с учетом требований, предъявляемых к САУ.
2.5.	Получение Z- передаточных функций типовых динамических звеньев.
2.6.	Задачи на применение методов программирования.
2.7.	Расчет параметров дискретного ПИД-регулятора.
3	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
3 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	4
		Ответы на тестовые вопросы по теории	16
		Тестирование (задачи)	28
		Работа на практических (семинарских) занятиях	12
		Итого	60
Промежуточная аттестация	Зачет		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			
	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Стобалльная система оценивания				
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) 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).

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 стабилиза-

ции/ 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. <https://e.lanbook.com/> - ЭБС «Лань», доступ авторизованный
2. <https://urait.ru/> - Образовательная платформа «Юрайт», доступ авторизованный
3. <https://www.iprbookshop.ru/> - Цифровой образовательный ресурс IPR SMART, доступ авторизованный
4. <https://tsutula.bookonline.ru/> - ЭБС ТулГУ «BookOnLime» учебные издания ТулГУ по всем дисциплинам, доступ авторизованный
5. <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12> - Политематическая база данных периодических изданий East View, доступ авторизованный
6. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» , доступ свободный
7. <https://www.elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLibrary.ru, доступ свободный

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.