

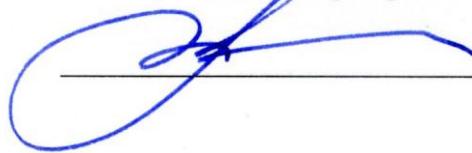
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Институт высокоточных систем им. В.П. Грязева
Кафедра систем автоматического управления

Утверждено на заседании кафедры
«Системы автоматического управления»
«26» января 2022 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой



О.В.Горячев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Теория импульсных и цифровых систем управления»

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

по специальности

24.05.06 Системы управления летательными аппаратами

со специализацией

Системы управления движением беспилотных летательных аппаратов

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 240506-01-22

Тула 2022 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 формирование востребованных специалистов по системам управления летательными аппаратами, расширение и углубление знаний в области методов анализа и синтеза импульсных и цифровых систем управления динамическими объектами

Задачами освоения дисциплины (модуля) являются: изучение и приобретение навыков использования способов математического описания дискретных систем; изучение и приобретение навыков использования методов и приемов анализа, включая исследование устойчивости, и синтеза импульсных и цифровых САУ; изучение влияния эффектов квантования по времени и уровню на характеристики цифровых систем управления.

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

Дисциплина (модуль) относится к части ОПОП, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина (модуль) изучается в 7 и 8 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 построения, методы анализа и синтеза современных импульсных и цифровых систем автоматического управления, компьютерные методы решения типовых задач в импульсных и цифровых системах автоматического управления (код компетенции – ПК-4, код индикатора ПК-4.1);

Уметь:

1) выполнять прямое и обратное Z-преобразования, решать разностные уравнения, вычислять Z-передаточные функции, проводить анализ и синтез импульсных и цифровых систем управления (код компетенции – ПК-4, код индикатора ПК-4.2);

Владеть:

1) навыками практического использования принципов, законов, методов фундаментальных дисциплин для решения прикладных задач в области анализа и синтеза импульсных и цифровых систем управления динамическими объектами, приемами и методами работы с прикладными программными средствами ПЭВМ при проектировании и исследованиях импульсных и цифровых систем управления (код компетенции – ПК-4, код индикатора ПК-4.3);

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										
7	ДЗ	4	144	32	32	–	–	–	0,25	79,75
8	КР,Э	4	144	32	–	32	–	3	0,5	76,5
Итого	ЗЧ	8	288	64	32	32	–	3	0,75	156,25

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	7 семестр											
		7 семестр											
1	Общие сведения о дискретных (импульсных, релейных и цифровых) автоматических системах												
2	Методы исследования импульсных и цифровых систем управления												
3	Математическое описание импульсных и цифровых систем управления												
4	Уравнения импульсных и цифровых систем управления во временной области. Эффекты квантования по времени и уровню												
5	Вычисление Z-передаточных функций. Учет экстраполатора при вычислении Z-передаточных функций												
6	Z-передаточные функции разомкнутых систем управления, структурные преобразования импульсных систем управления												
7	Частотные характеристики импульсных систем управления												
8	Псевдочастотные характеристики импульсных систем управления												
9	Преобразование спектра сигнала в импульсных системах. Теорема Шенона-Котельникова. Выбор периода дискретизации												
10	Анализ устойчивости импульсных систем управления.												
11	Частотные критерии устойчивости.												
12	Алгебраические критерии устойчивости												

№ п/п	Темы лекционных занятий
8 семестр	
1	Вынужденные процессы в дискретных системах управления. Исследование вынужденных процессов. Процессы конечной длительности в импульсных системах.
2	Методы анализа точности линейных импульсных систем
3	Метод пространства состояний в теории линейных цифровых систем управления
4	Переменные состояния и пространство состояния. Уравнения состояния. Переходная матрица состояния линейной дискретной системы управления и ее свойства
5	Выбор переменных состояния дискретной системы. Способы программирования дискретных систем
6	Запись уравнений состояния дискретной системы в канонической форме. Каноническая форма Жордана
7	Канонические формы записи уравнений состояния: управляемости и восстанавливаемости
8	Анализ дискретных систем с использованием метода пространства состояний. Анализ устойчивости дискретной системы методами пространства состояний
9	Вычисление матрицы передаточных функций многомерной дискретной импульсной системы
10	Синтез импульсных (цифровых) систем частотными методами (на основе понятия аналогового прототипа)
11	Синтез импульсных (цифровых) систем методами пространства состояний
12	Синтез алгоритмов восстановления координат вектора состояния объекта управления по его измеряемой части

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
7 семестр	
1	Дискретное преобразование Лапласа и Z-преобразование. Основные теоремы Z-преобразования. Нахождение изображения по оригиналу. Определение оригинала по заданному изображению.
2	Решетчатые функции и конечно-разностные уравнения. Решение линейных разностных уравнений с постоянными коэффициентами. Системы разностных уравнений и их решение.
3	Вычисление Z-передаточных функций дискретных систем. Учет экстраполятора нулевого порядка при вычислении Z-передаточных функций дискретных систем.
4	Структурные преобразования в импульсных системах. Передаточные функции замкнутых импульсных систем.
5	Частотные характеристики импульсных систем.
6	Псевдочастотные характеристики импульсных систем. Построение псевдочастотных характеристик.
7	Анализ выходных процессов линейных дискретных стационарных динамических систем.
8	Частотные критерии устойчивости линейных дискретных стационарных динамических систем.
9	Алгебраические критерии устойчивости линейных дискретных стационарных динамических систем.

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
10	Выбор периода дискретизации импульсных систем. Применение инструментальных средств MatLab для нахождения Z-передаточных функций дискретных систем

4.4 Содержание лабораторных работ

Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
8 семестр	
1.	Пакет моделирования 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.
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
10.	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

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
7 семестр	
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Выполнение курсовой работы
3	Подготовка к текущей (промежуточной) аттестации и ее прохождение
8 семестр	
4	Подготовка к лабораторным работам
5	Выполнение курсовой работы
6	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
7 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Работа на лекционных занятиях	10
		Работа на практических занятиях	10
		Выполнение самостоятельной работы	10
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Работа на лекционных занятиях	10
		Работа на практических занятиях	10
		Выполнение самостоятельной работы	10
		Итого	30
Промежуточная аттестация	ДЗ		40 (100*)
8 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Работа на лекционных занятиях	10
		Выполнение курсовой работы	10
		Выполнение лабораторных работ	10
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Работа на лекционных занятиях	10
		Выполнение курсовой работы	10
		Выполнение лабораторных работ	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			
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, оборудованная компьютером, интерактивной доской с видеопроектором (лекционные и практические (семинарские) занятия);
- компьютерный класс (лабораторные работы).

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 . — 752с. : ил. — (Специалист) . — Библиогр.в конце кн. — ISBN 5-93913-035-6 /в пер./ : 176.00.
2. Коновалов Б.И., Лебедев Ю.М. Теория автоматического управления: учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев – 3-е изд. доп. и переработ. – СПб.: Лань, 2010. – 224 с. – ISBN 978-5-8114-1034-7. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=538. – ЭБС Biblio onlane (Издательство «Лань») по паролю
3. Первозванский А.А. Курс теории автоматического управления: учебное пособие / А.А. Первозванский. – 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2015. – 624 с. – ISBN 978-5-8114-0995-2. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=68460. – ЭБС Biblio onlane (Издательство «Лань») по паролю

7.2 Дополнительная 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. Макаров Н.Н., Феофилов С.В. Анализ и синтез систем автоматического управления с использованием системы MATLAB: учеб. пособие / Н. Н. Макаров, С. В. Феофилов; ТулГУ .— Тула: Изд-во ТулГУ, 2010 .— 68 с.: ил. — Библиогр. в конце кн. — ISBN 978-5-7679-1805-8
3. Макаров Н.Н. Математический пакет MATHCAD и его применение в задачах анализа и синтеза систем автоматического управления: учеб. пособие / Н.Н. Макаров. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2020. –189 с. (10 экз.)
4. Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы : учебное пособие для вузов / И.В. Мирошник .— М.и др. : Питер, 2006 .— 272с. (23 экз.)
5. Теория автоматического управления : учебник для вузов. Ч.2. Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления / А.А.Воронов [и др.]; под ред. А.А. Воронова .— 2-е изд.,перераб. и доп. — М. : Высш.шк., 1986 .— 504с. : ил. — Библиогр.в конце кн. — ISBN /В пер./ : 1,10.
6. Фалдин Н.В., Морозова Е.В. Специальные разделы математики (для специалистов по автоматическому управлению) : учебное пособие / Н.В. Фалдин, Е.В. Морозова; ТулГУ . — 2-е изд., перераб. и доп. — Тула : Изд-во ТулГУ, 2018 .— 174 с. : ил. — Библиогр.: 173 с. — ISBN 978-5-7679-4175-9 .— <URL:<https://tsutula.bibliotech.ru/Reader/Book/2018092709244937540700003076>

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

1. <http://www.exponenta.ru> - Образовательный математический сайт
2. <http://www.elibrary.ru> - Научная электронная библиотека в области науки, технологии
3. <https://tsutula.bibliotech.ru/> - Электронный читальный зал “БИБЛИОТЕХ” : учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам.
4. <http://www.iprbookshop.ru/> - ЭБС IPRBooks универсальная базовая коллекция изданий.

5. <http://cyberleninka.ru/> - НЭБ КиберЛенинка научная электронная библиотека открытого доступа
6. <http://window.edu.ru> - Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]

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. Математический программный пакет Mathcad;
2. Система MATLAB с Simulink или ее свободно распространяемый аналог Система Scilab;
3. Офисный пакет приложений Microsoft Office (текстовый редактор Word) или свободно распространяемые LibreOffice или OpenOffice;
4. Офисный пакет приложений «Мой офис».

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются.