

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



по образовательной деятельности
А. А. Панфилов
 « 03 » 09 2019г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Направление подготовки: 15.04.06 Мехатроника и робототехника

Профиль/программа подготовки: мехатроника и робототехника

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точной аттеста- ции (экза- мен/зачет/зачет с оценкой)
1	3/108	18	18	-	45	27/экз.
Итого	3/108	18	18	-	45	27/экз.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины являются освоение основных положений теории дискретных систем управления при анализе и проектировании мехатронных и робототехнических систем; подготовка студентов к научно-исследовательской и проектно-конструкторской профессиональной деятельности, связанной с созданием современных, надежных, высокоэффективных мехатронных устройств.

Задачи:

- изучить принцип работы и математическое описание дискретных элементов;
- изучить математическое описание дискретных систем автоматического управления (ДСАУ) на основе разностных уравнений
- изучить математический аппарат описания ДСАУ на основе и дискретного преобразования Лапласа;
- изучить методы анализа устойчивости ДСАУ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Теория дискретных систем управления» относится к дисциплинам базовой Б1.Б.01 блока дисциплин ОПОП магистратуры по направлению 15.04.06 «Мехатроника и робототехника».

Пререквизиты дисциплины: высшая математика, физика, теория автоматического управления; электрические машины и приводы мехатронных и робототехнических систем.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОК-1,	Частичное	<i>Знать:</i> особенности и признаки, относящие процессы различных видов и в различных средах к ДСАУ <i>Уметь:</i> представлять объекты и процессы различных видов в различных средах в аппарате ДСАУ. <i>Владеть:</i> определениями, особенностями и признаками, относящими процессы различных видов и в различных средах к ДСАУ.
ОК-4	Частичное	<i>Знать:</i> методы составления и решения разностных уравнений, аппарат дискретного преобразования при описании ДСАУ. <i>Уметь:</i> выполнять декомпозицию ДСАУ и формулировать задачи исполнителям при анализе ДСАУ; <i>Владеть:</i> вопросами декомпозиции ДСАУ и их локальным описанием.
ОПК-1	Частичное	<i>Знать:</i> описание адекватное современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов теории дискретных систем. <i>Уметь:</i> давать описание адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов теории дискретных систем. <i>Владеть:</i> описанием адекватную современному

		уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов теории дискретных систем.
ОПК-2	Частичное	<i>Знать:</i> аппарат разностных уравнений и дискретного преобразования при описании ДСАУ. <i>Уметь:</i> представлять процессы различных видов и в различных средах в аппарате ДСАУ. <i>Владеть:</i> аппаратом разностных уравнений и дискретного преобразования при описании и анализе ДСАУ.
ОПК-5	Частичное	<i>Знать:</i> взаимосвязь структурного представления ДСАУ с их аппаратной и программной реализацией. <i>Уметь:</i> проводить сравнительную технико-экономическую оценку реализации различных вариантов ДСАУ. <i>Владеть:</i> показателями качества ДСАУ и путями и средствами их реализации.
ПК-4	Частичное	<i>Знать:</i> признаки систематизации ДСАУ. <i>Уметь:</i> обобщать отечественный и зарубежный опыт по ДСАУ мехатроники и робототехники. <i>Владеть:</i> анализом научно-технической информации в области ДСАУ мехатроники и робототехники, проводить патентный поиск ДСАУ.
ПК-7	Частичное	<i>Знать:</i> области использования ДСАУ и их математического описания. <i>Уметь:</i> внедрять на практике результаты исследований и разработок ДСАУ, выполненных индивидуально и в составе группы исполнителей, обеспечивать защиту прав на объекты интеллектуальной; <i>Владеть:</i> анализом исследований и разработок ДСАУ, выполненных индивидуально и в составе группы исполнителей.
ПК-8,	Частичное	<i>Знать:</i> Влияние основных характеристик ДСАУ на технико-экономические показатели мехатронных и робототехнических систем. <i>Уметь:</i> выделять основные характеристики ДСАУ, влияющие на технико-экономические показатели мехатронных и робототехнических систем. <i>Владеть:</i> методикой синтеза ДСАУ, обеспечивающих заданные технико-экономические показатели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей.
ПК-11	Частичное	<i>Знать:</i> этапы описания, проектирования и исследования ДСАУ мехатронных и робототехнических систем. <i>Уметь:</i> выделять этапы описания, проектирования и исследования ДСАУ мехатронных и робототехнических систем с оценкой сроков их выполнения и объемом технической документации. <i>Владеть:</i> технико-экономическим обоснованием ДСАУ, как компонентов мехатронных и робототехнических систем.

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в час/%)	Формы текущего контроля успеваемости промежуточной аттестации	
				Лекции	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП/КР			
1.	Раздел 1. Виды и классификация дискретных систем управления	1	1-2	2		2				5		2/50	
2.	Раздел 2. Разностные уравнения для описания и анализа ДСАУ 1. Решетчатые функции	1	3-4	2		2				4		2/50	Рейтинг-контроль 1 5,6 недели
3.	2. Разностные уравнения		5-8	4		4				8		4/50	
4.	3. Уравнения импульсных САУ		9-10	2		2				8		2/50	
5.	Раздел 3. Дискретное преобразование Лапласа для описания и анализа ДСАУ 1. Определение и свойства дискретного преобразования Лапласа	1	11-12	2		2				4		2/50	Рейтинг-контроль 2 11-12 недели
6.	2. Передаточные функции ДСАУ		3-16	4		4				8		4/50	Рейтинг-контроль 3 17-18 недели
7.	3. Анализ устойчивости ДСАУ		17-18	2		2				8		2/50	
	Всего за семестр		18	18		18				45		18/50	27/Экзамен
	Наличие в дисциплине КП/КР									-			
	Итого по дисциплине		18	18		18				45		18/50	27/Экзамен

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Виды и классификация дискретных систем управления.

Тема 1. Виды и классификация дискретных систем управления. Виды квантования: по уровню, по времени, по времени и уровню. Импульсная модуляция: амплитудно-импульсная, широтно-импульсная, время-импульсная.

Раздел.2. Разностные уравнения для описания и анализа ДСАУ

Тема 1. Решетчатые функции.

Определение решетчатой функции. Конечные разности решетчатых функций. Суммирование решетчатых функций.

Тема 2. Разностные уравнения.

Основные понятия и определения. Линейные разностные уравнения. Однородные уравнения. Линейные неоднородные разностные уравнения. Разностные уравнения с постоянными коэффициентами. Системы разностных уравнений. Основные определения. Однородные и неоднородные системы линейных разностных уравнений. Линейные системы разностных уравнений с постоянными коэффициентами.

Тема 3. Уравнения импульсных систем автоматического регулирования.

Уравнения импульсных систем, содержащие суммы решетчатых функций. Уравнения импульсных систем в конечных разностях.

Раздел 3. Дискретное преобразование Лапласа для описания ДСАУ.

Тема 1. Определение и свойства дискретного преобразования Лапласа.

Определение дискретного преобразования Лапласа и его свойства. Прямое и обратное преобразование. Формирующий элемент и его описание. Теорема Котельникова.

Тема 2. Передаточные функции ДСАУ. Применение дискретного преобразования Лапласа для описания импульсных систем. Передаточные функции импульсных систем. Структурные схемы и передаточные функции ДСАУ в зависимости от места установки импульсного элемента (ключа). Особенности описания цифровых ДСАУ.

Тема 3. Анализ устойчивости ДСАУ. Алгебраический критерий. S-преобразование и его отображение на комплексной плоскости. Алгебраический критерий аналог критерия Рауса-Гурвица. Частотные критерии аналоги критериев Михайлова А.В. Найквиста.

Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 1. Виды и классификация дискретных систем управления.

Тема 1. Виды и классификация дискретных систем управления.

Практическое занятие 1. Уравнения видов импульсной модуляции.

Раздел.2. Разностные уравнения для описания и анализа ДСАУ.

Тема 1. Решетчатые функции.

Практическое занятие 2. Определение решетчатой функции, разностей и сумм решетчатых функций.

Тема 2. Разностные уравнения.

Практическое занятие 3. Решение разностных уравнений, способ 1.

Практическое занятие 4. Решение разностных уравнений, способ 2.

Тема 3. Уравнения импульсных систем автоматического регулирования.

Практическое занятие 5. Уравнения импульсных систем, примеры.

Раздел 3. Дискретное преобразование Лапласа при описании ДСАУ.

Тема 1. Определение и свойства дискретного преобразования Лапласа.

Практическое занятие 6. Формирующий элемент и его описание, примеры.

Тема 2. Передаточные функции ДСАУ.

Практическое занятие 7. Структурные схемы и передаточные функции ДСАУ в зависимости от места установки импульсного элемента, примеры.

Практическое занятие 8. Структурные схемы и передаточные функции ДСАУ в зависимости от места установки импульсного элемента, примеры.

Тема 3. Анализ устойчивости ДСАУ.

Практическое занятие 9. Критерии устойчивости ДСАУ, примеры.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Электротехнические и конструкционные материалы» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Интерактивная лекция (Раздел 2: тема №1, тема №2. Раздел 3: тема №1, тема №2).
- Групповая дискуссия (Раздел 2: тема №3. Раздел 3: тема №2, тема №3).
- Тренинг (Раздел 2: тема №1, тема №2. Раздел 3: тема №1, тема №2). ;
- Разбор конкретных ситуаций. (Раздел 2: тема №3. Раздел 3: тема №3).

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1. Текущий контроль успеваемости:

Рейтинг-контроль 1. 1 семестр.

Определить конечные разности для РФ:

1. $X[n]=3n^3+2n^2+n+1$;
2. $X[n]=4n^3+3n^2+2n+2$;
3. $X[n]=-2n^3+3n^2+3n+3$;
4. $X[n]=2n^3+4n^2+4n+1$;
5. $X[n]=-3n^3-3n+n+3$;
6. $X[n]=5n^3+n^2+2n+1$;
7. $X[n]=-5n^3+2n^2+3n+2$;
8. $X[n]=2n^3+4n^2-2n+1$;
9. $X[n]=-2n^3-4n^2+3n+1$;
10. $X[n]=3n^3-4n^2+2n+5$.

Рейтинг-контроль 2. 1 семестр.

Определить свободное движение дискретной САУ, описываемой РУ:

1. $10x[k+2]+5x[k+1]-2x[k]=0$; $x[0]=-2, x[1]=1$.
2. $-6x[k+2]+4x[k+1]+3x[k]=0$; $x[0]=2, x[1]=1$.
3. $4x[k+2]-4x[k+1]+6x[k]=0$; $x[0]=0, x[1]=-2$.
4. $-3x[k+2]+5x[k+1]+7x[k]=0$; $x[0]=2, x[1]=4$.
5. $5x[k+2]-2x[k+1]+4x[k]=0$; $x[0]=2, x[1]=1$.
6. $-3x[k+2]+7x[k+1]+2x[k]=0$; $x[0]=3, x[1]=-1$.
7. $x[k+2]-x[k+1]-3x[k]=0$; $x[0]=5, x[1]=-1$.
8. $x[k+2]+6x[k+1]+8x[k]=0$; $x[0]=2, x[1]=1$.
9. $x[k+2]-x[k+1]-6x[k]=0$; $x[0]=-2, x[1]=1$.
10. $x[k+2]+10x[k+1]+24x[k]=0$; $x[0]=3, x[1]=-1$.

Решить те же РУ с правой частью для случаев:

Примеры 1,3,6,9: $g=2$; примеры 2,5,8,11: $g=4$; примеры 4,7,10 $g=8$.

Рейтинг-контроль 3. 1 семестр.

Определить устойчивость дискретных САУ описываемых разностными уравнениями :

1. $3x[k+1]+x[k]=g[k]$;
2. $4x[k+1]-x[k]=g[k]$;

3. $x[k+1]+2x[k]=g[k];$
4. $x[k+2]+2x[k]+x[k]=g[k];$
5. $x[k+2]+3x[k]=g[k];$
6. $x[k+2]-x[k+1]+2x[k]=g[k];$
7. $x[k+3]-2x[k+2]+4x[k]=g[k];$
8. $x[k+3]+2x[k+2]+2x[k+1]=g[k];$
9. $2x[k+3]+x[k+2]+x[k+1]=g[k];$
10. $3x[k+3]+2x[k+2]+x[k+1]=g[k].$

6.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины, 1 семестр.

Вопросы к экзамену.

1. Виды квантования.
2. Виды импульсной модуляции.
3. Решетчатые функции.
4. Конечные разности.
5. Суммирование решетчатых функций.
6. Разностные уравнения. Две формы представления.
7. Разностные уравнения, решение.
8. Дискретное Z-преобразование.
9. Описание простейшего импульсного элемента.
10. Описание формирующего элемента.
11. Дискретное D, Z преобразование.
12. Теорема Котельникова.
13. Передаточные функции дискретных систем (ключ на входе).
14. Передаточные функции дискретных систем (ключ на в цепи обратной связи).
15. Передаточные функции дискретных систем (ключ в замкнутом контуре).
16. Передаточные функции дискретных систем (ключ на входе и в замкнутом контуре).
17. Определение устойчивости по корням характеристического уравнения дискретной САУ.
18. Распространение критерия Рауса-Гурвица на дискретные системы.
19. Распространение критерия Михайлова на дискретные системы.
20. Распространение критерия Найквиста на дискретные системы.

6.3. Самостоятельная работа студентов.

Самостоятельная работа студента выполняется в соответствии с учебным планом и программой дисциплины. Самостоятельная работа направлена на углубленное изучение разделов и подготовку к выполнению практических заданий.

Виды самостоятельной работы студентов:

- написание реферата;
- подготовка сообщения;
- подготовка доклада;
- написание эссе.

Самостоятельная работа выполняется по согласованным с преподавателем темам из разделов курса. Самостоятельная работа выполняется в течение учебного семестра, в котором изучается соответствующая тема. Результат выполнения работы представляется на практическом занятии и оформляется в электронном виде. При подготовке используется учебно-методическое обеспечение по п.7 рабочей программы.

Тематика работ.

1. Дискретные элементы с квантованием сигналов по уровню, примеры технической реализации.
2. Дискретные элементы с квантованием сигналов по времени, примеры технической реализации.
3. Дискретные элементы с квантованием сигналов по времени и уровню, примеры технической реализации.
4. Импульсные элементы с амплитудной модуляцией, примеры технической реализации.
5. Импульсные элементы с широтно-импульсной модуляцией, примеры технической реализации.
6. Импульсные элементы с время-импульсной модуляцией, примеры технической реализации.
7. Решетчатые функции для типовых управляющих и возмущающих воздействий мехатронных систем.
8. Конечные разности для типовых управляющих и возмущающих воздействий мехатронных систем.
9. Суммирование решетчатых функций для типовых управляющих и возмущающих воздействий мехатронных систем.
10. Разностные уравнения для описания разомкнутых ДСАУ.
11. Разностные уравнения для описания замкнутых ДСАУ.
12. Разностные уравнения для описания комбинированных ДСАУ.
13. Дискретное Z-преобразование. Типовые функции.
14. Выбор периода квантования.
15. Передаточные функции дискретных систем (ключ на входе).
16. Передаточные функции дискретных систем (ключ в цепи обратной связи).
17. Передаточные функции дискретных систем (ключ в замкнутом контуре).
18. Передаточные функции дискретных систем (ключ на входе и в замкнутом контуре).
19. Определение устойчивости по корням характеристического уравнения дискретной САУ.
20. Распространение критерия Рауса-Гурвица на дискретные системы.
21. Распространение критерия Михайлова на дискретные системы.
22. Распространение критерия Найквиста на дискретные системы.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1.	2.	3.	4.
Основная литература*			
1. В.А.Иванов, А.С.Ющенко. Теория дискретных систем автоматического управления. М.: МГТУ, 2015. — 348с. ISBN 978-5-7038-4178-5.	2015	-	В свободном доступе на портале ebooks.bmstu.ru по адресу: http://ebooks.bmstu.ru/catalog/190/book1178.html
2. Григорьев В.В., Быстров С.В., Бойков В.И., Болтунов Г.И., Мансурова О.К. Цифровые системы управления. С.Пб.: НИУ ИТМО, 2011.- 134с.	2011	-	IPRbooks

С.Пб.: НИУ ИТМО, 2011.- 134с.			
3. Гайдук А.Р., Плаксиенко Е.А. Анализ и аналитический синтез цифровых систем управления // С.Пб., М., Краснодар: Лань, , 2018. – 272с.	2018	-	WWW.Elandbook.com
Дополнительная литература			
Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. Изд.4.е, перераб. и доп. - СПб.: Профессия, 2003. – 752 с.	2003	2	Интернет. В сводном доступе
2. Иванов В.А., Медведев В.С., Ющенко А.С., Чемоданов Б.К. Математические основы теории автоматического управления. В 3-х томах. М.:МГТУ им. Баумана, 2009.	2010	-	В свободном доступе на портале ebooks.bmstu.ru
3.. Пантелеев А.В., Бортакровский А.С. Теория управления в примерах и задачах. – М.: Высшая школа, 2003.- 582с	2003	2	Интернет. В свободном доступе

7.2. Периодические издания (Российская Федерация):

1. Научно технический журнал «Мехатроника, автоматизация, управление».
2. Научно технический журнал «Известия ВУЗ «Электромеханика».
3. Научно технический журнал «Вестник машиностроения».

7.3. Интернет-ресурсы:

1. Робототехнические мехатронные системы. Егоров О.Д., Подураев Ю.В., Бубнов М.А. - М.: Издательство Станкин. - 2015. – 328 с. Доступ по регистрации на сайте <http://www.kodges.ru/nauka/tehnika/303427-robototekhnicheskie-mehatronnye-sistemy.html>.

2. Курс лекций компьютерных систем управления МГТУ «СТАНКИН» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ncsystems.ru/index.php/rukafedra-ksu/obuchenie/lektsii>, свободный.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия (ауд.316-2, 109-2):

- а) доска, маркер, комплект электронных презентаций/слайдов, учебные видеофильмы
- б) аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

1. Практические занятия (ауд.105а-2):


- а) ПЭВМ – 12 шт.;
- б) презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук);
- с) пакеты ПО общего назначения (MS Office);
- д) ПО Matlab, с версией Simulink.
- е) робот модели PASCAL OMEGA 3X;
- ф) робот модели FANUC 250M1;

2. Прочее:

- а) рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- б) рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

3. Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

- пакеты ПО общего назначения (MS Office);
- Matlab, с версией Simulink.

Рабочую программу составил  д.т.н., профессор Кобзев А.А.

Рецензент:

Руководитель бюро приводов

ООО «Владимирский центр механообработки»  к.т.н. Родионов Р.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Автоматизация, мехатроника и робототехника»

Протокол № 2 от 03.09. 2019 года

Заведующий кафедрой  д.т.н., профессор Коростелев В.Ф.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 15.03.06 «Мехатроника и робототехника».

Протокол № 2 от 03.09. 2019 года

Председатель комиссии  д.т.н., профессор Коростелев В.Ф.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2020/21 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 01.09.20 года

Заведующий кафедрой Корогод В.Ф. Корогод

Рабочая программа одобрена на 2021/22 учебный год

Протокол заседания кафедры № 16 от 28.06.21 года

Заведующий кафедрой Корогод В.Ф. Корогод

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____