

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра систем автоматизации производства

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.Б.18 Основы теории z-преобразований в автоматике»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
(код и наименование направления подготовки)

Общий профиль

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Год набора 2015

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра систем автоматизации производства

наименование кафедры

протокол № 07 от "10" 04 2015г.

Заведующий кафедрой

Кафедра систем автоматизации производства

наименование кафедры

подпись

Н. З. Султанов

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент

должность

подпись

М. А. Корнипаев

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

Н. З. Султанов

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

Н. Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству от Аэрокосмического института

личная подпись

А. М. Черноусова

расшифровка подписи

№ регистрации 42215

© Корнипаев М.А., 2015

© ОГУ, 2015

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: освоение студентами основ теории z-преобразования непрерывных функций в дискретные, использование z-преобразований типовых непрерывных функций и передаточных функций систем при проектировании цифровых программно-аппаратных регуляторов и цифровых систем автоматического управления.

Задачи:

- изучить иерархические структуры цифровых систем управления и общие схемы проектирования цифровых систем управления;
- освоить основы теории квантования непрерывных функций, прямого и обратного z-преобразования;
- научиться применять способы определения z-преобразований типовых непрерывных функций и передаточных функций систем автоматического управления;
- использовать методику z-преобразований к определению передаточных функций конкретных цифровых систем автоматического управления.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.11 Физика, Б.1.Б.13 Дифференциальные уравнения измерительных преобразователей, Б.1.Б.16 Информационные технологии, Б.1.Б.19.2 Электроника систем автоматического управления, Б.1.Б.20 Теория автоматического управления, Б.1.Б.21 Вычислительные машины и сети систем автоматизации и управления, Б.1.В.ОД.2 Технологические процессы автоматизированных производств, Б.1.В.ОД.3 Системы автоматизации и управления, Б.1.В.ОД.6 Метрология, управление качеством и стандартизация элементов и систем автоматизации технологических процессов, Б.1.В.ОД.13 Технические измерения и приборы, Б.1.В.ОД.14 Элементы и системы гидропневмоавтоматики, Б.2.В.П.1 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности*

Постреквизиты дисциплины: *Б.2.В.П.3 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p>Знать: теорию и методы проектирования цифровых систем управления</p> <p>Уметь: составлять структурные схемы систем управления в системах моделирования, используя библиотеки стандартных элементов</p> <p>Владеть: современными прикладными программными средствами моделирования дискретных систем управления</p>	ОПК-3 способностью использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности
<p>Знать: иерархические структуры цифровых систем управления; общие схемы проектирования цифровых систем управления.</p> <p>Уметь: определять решетчатые функции для типовых непрерывных функций времени; вычислять производные по прямым или обратным разностям на решетчатых функциях на этапах разработки систем автоматизации</p> <p>Владеть:</p>	ПК-7 способностью участвовать в разработке проектов по автоматизации производственных и технологических процессов, технических средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний, управления

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
навыками применения прямого z- преобразования непрерывных функций времени; навыками применения обратного z-преобразования функций, представленных через z-оператор на ранних этапах жизненного цикла	процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством, в практическом освоении и совершенствовании данных процессов, средств и систем
<p>Знать: способы применения z-преобразования для анализа и синтеза цифровых систем автоматического управления; основы теории метод пространства состояний, применяемого для анализа и синтеза аналоговых и цифровых систем автоматического управления.</p> <p>Уметь: применять основные теоремы z-преобразования при определении общей передаточной функции звеньев, соединенных по конкретной схеме; применять способы обратного z-преобразования.</p> <p>Владеть: навыками определения передаточных функций разомкнутых и замкнутых систем автоматического управления с различным количеством квантователей и местом их положения в структурной схеме; способами определения переходной функции и построению переходной характеристики заданной цифровой системы автоматического управления.</p>	ПК-19 способностью участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	8 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	144
Контактная работа:	10,5	10,5
Лекции (Л)	6	6
Практические занятия (ПЗ)	4	4
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
Самостоятельная работа: - выполнение контрольной работы (КонтрР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям).	133,5 +	133,5
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	диф. зач.	

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Общие сведения о структуре систем автоматического управления с ЭВМ, квантование непрерывных функций	24	1	–	–	23
2	Общая теория z-преобразования	25	1	2	–	22
3	Теоремы z-преобразования	23	1	–	–	22
4	Обратное z-преобразование	23	1	–	–	22
5	Соединение динамических звеньев автоматики и определение общей передаточной функции разомкнутых и замкнутых цифровых САУ	25	1	2	–	22
6	Метод пространства состояний	24	1	–	–	23
	Итого:	144	6	4	–	134
	Всего:	144	6	4	–	134

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Общие сведения о структуре систем автоматического управления с ЭВМ. Структура цифровых систем управления. О терминах по цифровым системам управления. Иерархическая структура цифровых систем управления. Общая схема проектирования цифровых систем управления. Теорема о квантовании. Теорема Шеннона. Решетчатые функции. Моменты квантования. Формирование непрерывной функции по решетчатой (обратная задача квантования). Производные для решетчатых функций. Прямая и обратная разности или правая и левая разности. Разностные уравнения.

Раздел 2. Общая теория z-преобразования. Преобразование Лапласа для аналоговых и дискретных функций. Фиксирующий элемент. Фиксатор первого порядка – экстраполятор первого порядка. Экспоненциальный экстраполятор. Определение z-преобразования функций времени. Очередность нахождения z-преобразования непрерывной функции. Способы определения z-преобразования непрерывной функции. Замечания о понятиях корень, ноль и полюс функции. Вычисление z-преобразований. Определение z-преобразования единичной ступенчатой функции, экспоненциальной функции, синусоидальной функции, линейной функции от времени.

Раздел 3. Теоремы z-преобразования. Суммирование и вычитание аналоговых и дискретных функций. Свойство линейности решетчатых функций. Умножение по константу. Сдвиг во временной области. Теорема о запаздывании и упреждении. Теорема об умножении оригинала на экспоненту (смещение в области изображений). Теорема о начальном и конечном значении функции, преобразованной по переменной z. Теорема дифференцирования. Теорема о свертке во временной области.

Раздел 4. Обратное z-преобразование. Методы разложения функции $F(z)$ на простые дроби. Формулы разложения дробно-рациональных функций. Метод разложения функций $F(z)$ в степенной ряд (ряд Лорана). Метод обратного z-преобразования, основанный на использовании формулы обращения. Дискретная передаточная функция. Дискретная импульсная передаточная функция аналогового звена, у которого с двух сторон имеются квантователи.

Раздел 5. Соединение динамических звеньев автоматики и определение общей передаточной функции разомкнутых и замкнутых цифровых САУ. Последовательное соединение звеньев импульсных (дискретных) систем. Последовательно соединенные аналоговых звеньев с квантователями, установленными перед каждым динамическим звеном. Последовательно соединенные аналоговых звеньев с квантователем, установленным перед одним динамическим звеном. Параллельное соединение звеньев дискретных систем. Передаточные функции разомкнутых и замкнутых дискретных (цифровых) систем автоматического управления (САУ). Схема дискретной САУ с одним динамическим звеном и квантователем. Схема дискретной САУ с динамическими

звеньями в линиях прямой и обратной связи и квантователем в линии прямой связи. Схема дискретной САУ с динамическими звеньями и квантователями в линиях прямой и обратной связи. Схема дискретной САУ с динамическими звеньями и двумя квантователями в линии прямой связи. Схема дискретной САУ с двумя динамическими звеньями и двумя квантователями в линии прямой связи и одним звеном в линии обратной связи. Вычисление передаточной функции разомкнутой и замкнутой цифровой САУ. САУ с запаздыванием. Общие дискретные передаточные функции линейных стационарных систем с сосредоточенными параметрами. Реализуемость передаточных дискретных функций. Полюсы частотной передаточной функции и анализ устойчивости. Расположение полюсов на плоскости z . Комплексно-сопряженные полюсы. Критерии устойчивости цифровых САУ

Раздел 6. Метод пространства состояний. Общие положения. Уравнения состояния и переходные уравнения состояния непрерывных систем. Переходная матрица состояния для нестационарных систем. Свойства переходной матрицы состояния для стационарных систем. Решение неоднородного уравнения состояния (для непрерывной, аналоговой системы). Уравнения состояния цифровых систем с аналоговой частью. Уравнения состояния цифровых систем, содержащих только цифровые элементы. Переходные уравнения состояния нестационарных цифровых систем.

Переходные уравнения состояния цифровых стационарных систем. Решение стационарного дискретного уравнения состояния с помощью z -преобразования. Связь уравнения состояния с передаточной функцией САУ.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Определение передаточных функций разомкнутых и замкнутых цифровых систем автоматического управления при различных вариантах подключения квантователей в линиях прямой или обратной связи	2
2	5	Соединение динамических звеньев автоматики и определение общей передаточной функции разомкнутых и замкнутых цифровых САУ	2
		Итого:	4

4.4 Контрольная работа (8 семестр)

Тема контрольной работы «Моделирование дискретной системы автоматического управления». По заданным преподавателем параметрам передаточной функции обучающийся должен:

- рассчитать $W(z)$, используя матричный метод и метод z -преобразования. Сравнить полученные результаты;
- смоделировать непрерывный объект и его дискретную модель согласно заданному варианту;
- смоделировать дискретную модель заданного объекта двумя способами (по разностному уравнению и по дискретной передаточной функции) и сравнить с результатами моделирования, полученными ранее;
- замкнуть обратную связь в системе с непрерывным объектом и построить переходный процесс в замкнутой системе. Перед непрерывным объектом вставить фиксатор нулевого порядка и повторить эксперимент;
- замкнуть обратную связь в системе с дискретной моделью объекта и построить переходный процесс в замкнутой системе, сравнить переходные процессы, сделать вывод по работе.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

5.1.1 Карпов, А. Г. Цифровые системы автоматического регулирования / А. Г. Карпов. – Томск: ТУСУР, 2015. – 216 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480640>.

5.1.2 Муромцев, Д.Ю. Анализ и синтез дискретных систем / Д.Ю. Муромцев, Е.Н. Яшин. – Тамбов, 2012. – 109с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277910>.

5.1.3 Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов.- 4-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Профессия, 2007. - 752 с. - ISBN 5-93913-035-6.

5.2 Дополнительная литература

5.2.1 Шишмарев, В. Ю. Основы автоматического управления : учеб. пособие для вузов / В. Ю. Шишмарев. - М. : Академия, 2008. - 352 с. - ISBN 978-5-7695-3952-7.

5.2.2 Евсюков В. Н. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] В. Н. Евсюков - ГОУ ОГУ, 2011 .- 260 с.

5.3 Периодические издания

5.3.1 Автоматизация. Современные технологии : журнал. - М. : Агентство «Роспечать», 2014 – 2015.

5.3.2 Мехатроника, автоматизация, управление : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2014 – 2015.

5.4 Интернет-ресурсы

<https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/LINACS/> – «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Линейные системы автоматического управления»;

<https://www.edx.org/course/dynamics-and-control-2> – «EdX»; MOOK: «Dynamics and Control».

<https://www.kpolyakov.spb.ru/uni/lecs.htm> – Курс лекций и методических материалов по курсу «Цифровые системы управления», автор К. Поляков.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

5.5.1 Операционная система Microsoft Windows

5.5.2 Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

5.5.3 Технорма/Документ [Электронный ресурс]: электронная версия библиографического указателя национальных стандартов Российской Федерации с возможностью просмотра полного содержания документов. Система содержит структурированный список всех стандартов, имеющих силу на момент выхода данной версии базы данных. / Разработчик Фирма «ИНТЕРСТАНДАРТ», Москва.

5.5.4 Программный комплекс «Моделирование в технических устройствах» («МВТУ»). Свободная учебная версия от 25 февраля 2014 года. Режим доступа: <http://mvtu.power.bmstu.ru/>.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и

промежуточной аттестации оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения практических занятий используется лаборатория «Лаборатория теории управления и автоматизации производства», оснащенная комплектом лабораторного оборудования «Основы автоматизации производства» ОАП1-С-Р, лабораторным комплексом «Система автоматического управления - расход» исполнение стендовое, компьютерное САУ-Р-СК, стендом лабораторным «Автоматическое управление расходом, давлением, уровнем жидкости», типовым комплектом учебного оборудования «Основы теории автоматического управления», исполнение моноблочное ручное с осциллографом, «ОТАУ-МРЦ», а так же компьютерный класс оснащенный компьютерами с выходом в интернет и в ЭИОС ОГУ, специализированной мебелью; доской аудиторной; экраном стационарным; проектором стационарным; ноутбуком.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся и выполнения курсовой работы оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«Б.1.Б.18 Основы теории z-преобразований в автоматике»

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
код и наименование

Профиль: Общий профиль

Год набора: 2015

Форма обучения: заочная

Дополнения и изменения к рабочей программе на 2018/2019 учебный год рассмотрены и утверждены на заседании кафедры

Кафедра систем автоматизации производства
наименование кафедры

протокол № 1 от "31" 08 2018 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра систем автоматизации производства
наименование кафедры
подпись
расшифровка подписи
Н. З. Султанов

Исполнители:
доцент
должность
подпись
расшифровка подписи
М. А. Корнипаев

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки
личная подпись
расшифровка подписи
Н.Н. Грицай

Уполномоченный по качеству от Аэрокосмического института
личная подпись
расшифровка подписи
А. М. Черноусова

В рабочую программу вносятся следующие дополнения и изменения:

раздел 5 изложить в следующей редакции:

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

5.1.1 Карпов, А. Г. Цифровые системы автоматического регулирования / А. Г. Карпов. – Томск: ТУ-СУР, 2015. – 216 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480640>.

5.1.2 Муромцев, Д.Ю. Анализ и синтез дискретных систем / Д.Ю. Муромцев, Е.Н. Яшин. – Тамбов, 2012. – 109с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277910>.

5.1.3 Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов.- 4-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Профессия, 2007. - 752 с. - ISBN 5-93913-035-6.

5.1.4 Ким, Д. П. Теория автоматического управления : учебник и практикум для академического бакалавриата: / Д. П. Ким. - Москва : Юрайт, 2016. - 276 с. : ил. - (Бакалавр. Академический курс). - На обл. и тит. л.: Книга доступна в электронной библиотечной системе biblio-online.ru. - Библиогр.: с. 275-276. - ISBN 978-5-9916-5406-7.

5.2 Дополнительная литература

5.2.1 Шишмарев, В. Ю. Основы автоматического управления : учеб. пособие для вузов / В. Ю. Шишмарев. - М. : Академия, 2008. - 352 с. - ISBN 978-5-7695-3952-7.

5.2.2 Евсюков В. Н. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] / В. Н. Евсюков - ГОУ ОГУ, 2011. – 260 с.

5.2.3 Гаврилов, Е.Б. Цифровые системы управления: Сборник задач для индивидуальных заданий / Е.Б. Гаврилов, Г.В. Саблина. – Новосибирск : НГТУ, 2010. – 44 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228944>.

5.3 Периодические издания

- Автоматизация. Современные технологии : журнал. - М. : Агентство «Роспечать», 2016 – 2018.

- Мехатроника, автоматизация, управление : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016 – 2018.

5.4 Интернет-ресурсы

<https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/LINACS/> – «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Линейные системы автоматического управления»;

<https://www.edx.org/course/dynamics-and-control-2> – «EdX»; MOOK: «Dynamics and Control».

<https://www.kpolyakov.spb.ru/uni/lecs.htm> – Курс лекций и методических материалов по курсу «Цифровые системы управления», автор К. Поляков.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

5.5.1 Операционная система Microsoft Windows

5.5.2 Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

5.5.3 Технорма/Документ [Электронный ресурс]: электронная версия библиографического указателя национальных стандартов Российской Федерации с возможностью просмотра полного содержания документов. Система содержит структурированный список всех стандартов, имеющих силу на момент выхода данной версии базы данных. / Разработчик Фирма «ИНТЕРСТАНДАРТ», Москва.

5.5.4 Среда динамического моделирования технических систем SimInTech. Доступна после регистрации. Режим доступа: <http://simintech.ru/>.