

ISSN 2411-9792

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

научно-практический журнал

№5 (8)

2016 года

Основные направления

- ✓ *Технология и оборудование механической и физико-технической обработки*
- ✓ *Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов*
- ✓ *Порошковая металлургия и композиционные материалы*
- ✓ *Информационно-измерительные и управляющие системы (в промышленности)*
- ✓ *Машиноведение, системы приводов и детали машин*
- ✓ *Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (в промышленности)*
- ✓ *Системы автоматизации проектирования (машиностроение)*

- ✓ *Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ*
- ✓ *Системный анализ, управление и обработка информации (в информатике, вычислительной технике и автоматизации)*
- ✓ *Электротехнические комплексы и системы*
- ✓ *Электромеканика и электрические аппараты*
- ✓ *Безопасность в чрезвычайных ситуациях (машиностроение и металлообработка)*
- ✓ *Эксплуатация автомобильного транспорта*
- ✓ *Приборы и методы измерения (электрических и магнитных величин)*

Главный редактор – Куц Вадим Васильевич, д.т.н., профессор, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия

Ответственный редактор – Горохов Александр Анатольевич, к.т.н., доцент, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия

Излагается теория, методология и практика научных исследований в сфере машиностроения, материаловедения, и смежных областей знания. Для научных работников, специалистов, преподавателей, аспирантов, студентов. Индексация: статьи журнала включаются в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), доступный в Интернете по адресу http://elibrary.ru/title_about.asp?id=54928 (Научная электронная библиотека).

Адрес редакции:
305018, г. Курск, улица Монтажников, д.12
телефон +7-910-730-82-83
e-mail: regionika@yandex.ru

Учредитель: ЗАО "Университетская книга"
305018, г. Курск, улица Монтажников, д.12
телефон +7-910-730-82-83
e-mail: regionika@yandex.ru

© Юго-Западный государственный университет, Россия
© ЗАО «Университетская книга», 2016

Редакционный совет

Агеев Евгений Викторович д.т.н., профессор кафедры АТСиП Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия

Латыпов Рашит Абдулхакович д.т.н., профессор, заведующий кафедры технологий и оборудования металлургических процессов, Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), Россия

Ткаченко Юрий Сергеевич д.т.н., профессор, Воронежский государственный технический университет, Россия

Гвоздев Александр Евгеньевич д.т.н., профессор, Тульский государственный педагогический университет имени Л.Н. Толстого, Россия

Ушаков Борис Константинович д.т.н., профессор кафедры материаловедения, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия

Булычев Всеволод Валериевич д.т.н., профессор, декан конструкторско-механического факультета, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Калужский филиал, Россия

Бурак Павел Иванович д.т.н., профессор, Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, Россия

Еремеева Жанна Владимировна д.т.н., профессор, профессор кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва, Россия

Сирота Вячеслав Викторович к.ф.-м.н., руководитель центра конструкционной керамики и инженерного прототипирования, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия

Агуреев Игорь Евгеньевич д.т.н., профессор, заведующий кафедрой автомобилей и автомобильного хозяйства, Тульский государственный университет, Россия

Будыкина Татьяна Алексеевна д.т.н., профессор, Курский государственный университет, г.Курск, Россия

Щец Сергей Петрович д.т.н., профессор, профессор кафедры автомобильного транспорта, Брянский государственный технический университет, Россия

Алехин Юрий Георгиевич к.т.н., доцент, заведующий кафедры технологии металлов и ремонта машин, Курская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. И.И. Иванова, г. Курск, Россия

Агеева Екатерина Владимировна к.т.н., доцент, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия

ОГЛАВЛЕНИЕ

Абдурахманова М.И., Ямалетдинова М.Ф. РЕГУЛИРОВАНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ В ЭКСТРАКЦИОННО - ДИСТИЛЛЯЦИОННОМ АГРЕГАТЕ..... 6

Алешин Р.Р., Алешина Д.А. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА СЪЕМНОГО ГРЕБНЯ В ЛИНИИ ПО РАЗВОЛОКНЕНИЮ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ..... 11

Блинова К.П., Чермошенцев С.Ф. ВОЗДЕЙСТВИЕ РАЗРЯДА МОЛНИИ В ФЮЗЕЛЯЖ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ИЗ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА 15

Бойбутаев С.Б. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РУДЫ. 20

Бузоверов Е.А., Чернов И.Д., Исаяев М.В., Махов О.Н. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ТЕПЛОВОГО ИСТОЧНИКА ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВании ЭКСПРЕСС РАСЧЕТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИТЕРИЕВ ЭФФЕКТИВНОСТИ..... 28

Бурых Г. В., Кузнецова С.Э., Дудин А.В. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЧЕХЛОВ..... 33

Васильев И.В., Данилушкин А.И., Данилушкин В.А. ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВАТЕЛЯ ЖИДКОСТИ 39

Вдовин К.Н., Точилкин В.В., Умнов В.И., Точилкин В.В. КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ СТАЛИ ОТ ВТОРИЧНОГО ОКИСЛЕНИЯ ПРИ РАЗЛИВКЕ НА МНЛЗ..... 46

Гатауллин Р.Ф., Галеева Л.Х. ОПТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА ФОТОЛИТОГРАФИИ..... 51

Головань А.А., Латухин Е.И., Борисов Д.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕДИ НА ПРОДУКТЫ СИНТЕЗА МАХ-ФАЗЫ В СИСТЕМЕ TI-C-SI..... 55

Гусев В.Г., Якутин И.А. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕСУЩИХ ФЕРМ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ SOLID WORKS 59

Дибиров С.Ю., Бахмудкадиев Н.Д., Дудин В.И. ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ СТАНКОВ С ЧПУ 65

Дикевич А.В., Саплинова В.В., Севрюгина Н.С. РАЗВИТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ СПОРТИВНЫХ МОЛОДЕЖНЫХ ПЛОЩАДОК И ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ КОМПЛЕКТУЮЩИХ СПОРТИВНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ 73

Исломова М.С., Салиева О.К. ПРИМЕНЕНИЕ КАСКАДНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ В ПРОЦЕСС КОНВЕРСИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА..... 77

Кадиоров Ё.Б., Мухитдинов Д.П. ВЫЧИСЛЕНИЕ СКОРОСТЕЙ ПОТОКА ЖИДКОСТИ И ПЕРЕПАДА ДАВЛЕНИЯ..... 84

Казимова Г. Х., Хожиева М.С. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО- КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБРАЗОВАНИИ 92

Карасев В.В., Кольцов Д.Б. СЛАБОКОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ ИНДУКТИВНО СВЯЗАННЫХ КОНТУРОВ НА ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫЙ ИМПУЛЬС..... 97

Козачухненко И.Н., Ислямгалиев А.И., Бондарев А.А., Крайнев Д.В. РЕЗАНИЕ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИЕЙ, КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ..... 103

Корниенко А.А., Катаманов А.А., Егорова Н.Е. РАЗРАБОТКА СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПАРАФИНИРОВАНИЯ НИТЕЙ..... 107

Королев А.В., Мазина А.А., Яковичин А.С., Шалунов А.В. МЕТОД ВИБРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ МАТЕРИАЛА КОЛЬЦЕВОЙ ДЕТАЛИ 111

Королев А.В., Мазина А.А., Яковичин А.С., Шалунов А.В. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ 116

Лашин А.Н., Андреева Л.П., Овчинников В.В. ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА СВАРКИ НА СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЙ СПЛАВА 1565с, ВЫПОЛНЕННЫХ СВАРКОЙ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ 120

Макаров А.Г., Яняк С.В. РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОБРАБОТКИ ДОЛБЕЖНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ 126

Маннанов А.Х., Галимова М.П. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЕЙНЫХ ПРОИЗВОДСТВ 130

Мухитдинов Д.П., Авазов Ю.Ш. ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РЕКТИФИКАЦИОННЫХ КОЛОНН..... 136

Надеждина М.Е., Шинкевич А.И. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СКЛАДИРОВАНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ..... 142

Печенкин А.Ю., Карцев И.И., Колтунов А.С., Куценко О.И. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ 147

Пулатов Х.Л., Турабжанов С.М., Турсунов Т.Т., Назирова Р.А. ФОСФОРНОКИСЛЫЕ КАТИОНИТЫ ПОЛИКОНДЕНСАЦИОННОГО ТИПА 153

Рыкова Ю.В., Черунова И.В. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ С УЧЕТОМ ВОЗРАСТНОЙ КАТЕГОРИИ ПОТРЕБИТЕЛЯ 159

Саттаров О.У. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ АЗОТНО-ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПЛАВА АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ И ФОСФОРИТОВ 164

Семенов К.Г., Чернов В.В., Колосков С.В. МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫПЛАВКИ БЕСКИСЛОРОДНОЙ МЕДИ В ИНДУКЦИОННЫХ ПЕЧАХ 170

Сидоров А.В., Борисенко Д.И., Шербакова И.В. ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА СТАНДАРТОВ РАДИОСВЯЗИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРАВООХРАНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНАХ, МЕТОДОМ ПАРНЫХ СРАВНЕНИЙ..... 177

Степанов М.С., Домбровский Ю.М. ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОДУГОВОГО НАГРЕВА ДЛЯ ВАНАДИРОВАНИЯ СТАЛИ 183

Тимофеева Н.Ю., Сушков О.Д., Тимофеева Г.Ю., Васильков Г.Л. ГАЛЬВАНОТЕРМИЧЕСКОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ Fe-Ni-Cr НА УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ Cr3 189

<i>Убайдуллаева Ш.Р., Атаева З.Д.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКИХ ГРАФОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РАСЧЕТА ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ.....	193
<i>Убайдуллаева Ш.Р., Атаева З.Д.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕШЕНИЯ ЛИНЕЙНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ 1-ГО ПОРЯДКА С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ МЕТОДОМ ШАГОВ И МЕТОДОМ ГРАФОВЫХ МОДЕЛЕЙ.....	198
<i>Фомина Л.Р., Дубовсков Е.А., Фролов Д.В., Кононец В.В.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ ПРИ СКЛОННОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ.....	203

РЕГУЛИРОВАНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ В ЭКСТРАКЦИОННО-ДИСТИЛЛЯЦИОННОМ АГРЕГАТЕ

*Абдурахманова Мукаддас Ирисматовна, соискатель
Ямалетдинова Мунира Фадитовна, соискатель*

*Бухарский инженерно-технологический институт, г. Бухара, Узбекистан
(e-mail: Munira-Ruslan77-79@mail.ru)*

В данной статье рассматривается технология экстрагирования растительного сырья для полного извлечения масел. Также решается вопрос автоматизации процесса в экстракционно-дистилляционном агрегате.

Ключевые слова: процесс, пищевой, микроконтроллер, экстракция, автоматизация, система управления.

Извлечение эфирных масел из растительного сырья основано на экстрагировании органическими растворителями или отгонке с паром. Это допускает значительные потери летучих душистых веществ и приводит к нарушению природной сбалансированности компонентов в составе эфирных масел и к нежелательному снижению их качества.

В соответствии с существующей теорией, подготовка сырья к прессованию заключается в том, чтобы максимально разрушить клетку масличных культур в процессе измельчения. А в процессе влаготепловой обработки ослабить силы, удерживающие масло в клетке, за счет увеличения пластичности оболочки клеток увлажнением и затем произвести сушку для придания ей определенных упругих свойств, обеспечивающих условия прессования.

В технологии извлечения лекарственных масел из ядра плодовых косточек, виноградных семян и др., масло извлекают из сырья холодным трехкратным прессованием. При этом выход составляет до 30-40 % от общего количества масла в сырье.

Развитие методов энерго-ресурсосберегающих технологий, позволяющих получить новые качественные продукты в фармацевтической, парфюмерной и пищевой промышленности, обусловлено острой общественной потребностью в высококачественных лекарствах и в продовольствиях, а также в экологически чистых производствах.

Схема автоматизации экспериментальной установки для экстракции и дистилляции масла из плодовых косточек состоит из трёх одноконтурных систем автоматического регулирования, каждая из которых выполняет одну из задач регулирования.

Технологическая схема разработанного и изготовленного опытно-промышленного агрегата с применением теплового насоса и солнечного коллектора по извлечению экстрактов из растительного сырья методом прямой экстракции состоит из экстрактора – орошения Э, теплообменника Т, дистиллятора Д, конденсатора К, компрессора теплового насоса ТН, насо-

,timof.nadia2013@yandex.ru

Sushkov Oleg Danilovich, Ph. D., associate Professor, Kerch state Maritime technological University, Kerch, Crimea, sod.ekvator@gmail.com

Timofeeva Galina Yurievna, Ph. D. in physics and math., associate Professor Moscow state automobile and road technical University (MADI), Moscow, Russia

Vasilkov Gregory L., teacher COLLEGE College road transport №9. Moscow, Russia, grigoriy1965@mail.ru

GALVANOCHEMICAL FORMATION of SURFACE SOLID SOLUTIONS Fe-Ni-Cr ON CARBON STEEL St3

Abstract: In order to form the surface solid solutions Fe-Ni-Cr on carbon steel St3 the special regimes of electroplating of Nickel and chromium (with specified temperature and time), followed by heat treatment, were defined.

Keywords: galvanic deposition, heat treatment, surface solid solution of carbon steel, the thermal diffusion annealing.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКИХ ГРАФОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РАСЧЕТА ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

Убайдуллаева Шахноз Рахимджановна, к.т.н., доцент,
Атаева Зарина Джурсаевна, ассистент

Бухарский филиал Ташкентского института ирригации и мелиорации,
г.Бухара, Республика Узбекистан

Графовое моделирование линейных систем с запаздыванием на основе совокупного применения теории дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом, аппарата динамических графов и рассмотрения систем с позиций динамичности структур и процессов позволяет получить алгоритм расчёта процессов в системах данного класса, легко реализуемый на любом из современных языков программирования высокого уровня. В работе выполнено решение задачи определения выходного процесса в системе управления в баке с перемешиванием на основе использования метода динамических графовых моделей.

Одним из важнейших классов систем управления являются системы с запаздыванием. Явления запаздывания наблюдаются в технических, биологических, экономических и других системах. Запаздывание реакции управляющей системы на возникшее нарушение процесса приводит, как правило, к увеличению длительности переходного процесса, возникновению автоколебаний в замкнутой системе, а нередко - и к потере устойчивости системы. Будучи в общем случае постоянной, переменной или случайной величиной, запаздывание является одним из основных факторов, существенно снижающих динамические показатели систем управления. Поэтому возникает необходимость в совершенствовании известных и создании новых машинно-ориентированных методов исследования систем с запаздыванием [1].

В данной работе исследуются особенности топологического моделирования линейных непрерывных систем с постоянным запаздыванием на основе совокупного применения теории дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом, аппарата динамических графов и рассмотрения систем с позиций динамичности структур и процессов. Рассматриваемый метод позволяет получить алгоритм расчёта процессов в системах данного класса, легко реализуемый на любом из современных языков программирования высокого уровня.

Графовое моделирование линейных систем с запаздыванием на основе совокупного применения теории дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом, аппарата динамических графов и рассмотрения систем с позиций динамичности структур и процессов позволяет получить алгоритм расчёта процессов в системах данного класса, легко реализуемый на любом из современных языков программирования высокого уровня [3].

Системы с запаздыванием обладают рядом свойств, присущих только им. Эти свойства не совсем обычны с точки зрения привычных представлений о процессах, протекающих в динамических системах. Так, вид переходной функции состояния системы с памятью, к классу которых относятся системы с запаздыванием, зависит не только от начальных условий, но и от некоторой функции - начальной реакции состояния [2]. Эта функция задается на отрезке времени, предшествующем началу выходного процесса. Эти условия, наряду с другими, вносят специфические особенности и в графовые модели этих систем.

Линейную систему n -го порядка с постоянным запаздыванием τ в цепи обратной связи (рис.1,а) можно описать дифференциально-разностным уравнением n -го порядка в виде

$$\frac{d^n y(t)}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} y(t)}{dt^{n-1}} + \dots + a_0 y(t) + by(t - \tau) = u(t), \quad (1)$$

где a_k ($k=0, 1, \dots, n$), b постоянны.

Если допустить, что в уравнении (1) $b=0$, то получим дифференциальное уравнение линейного стационарного объекта (процесса) без запаздывания. Для его графового моделирования можно использовать граф переходных состояний, полученный известным способом прямого программирования. Выходной сигнал $y(t)$ легко находится в виде линейной комбинации координат $\{x_i(t)\}$ и входного воздействия $u(t)$ из рассмотрения графа. Вместе с тем представляет интерес графовая модель непрерывного запаздывающего сигнала.

Моделирование запаздывающего сигнала. Для определения движения системы с запаздыванием с некоторого момента t_0 , помимо задания входного воздействия и начальных условий, необходимо еще и задавать начальную функцию. Для системы, описываемой уравнением (1), начальная

функция есть отрезок функции «записанный» к моменту t_0 в звене запаздывания. Этот отрезок времени определен на временном отрезке $[t_0 - \tau, t_0]$, т.е. до начала развития определяемого выходного процесса. На отрезке времени $[t_0, t_0 + \tau]$ звено запаздывания выдает сигнал, содержащий все значения величины $x_1(t)$, возникшие ранее момента времени t_0 .

С учетом физической картины явлений, происходящих в рассматриваемой системе, моделью запаздывающего сигнала $y(t-\tau)$ будет узел, взвешенный изображением по Лапласу непрерывной запаздывающей функции, или- начальной функции. Этот узел, согласно структуре системы, соединяем дугой с передачей, равной -1, с вершиной, моделирующей вход системы. Исходя из свойства звена запаздывания, на сигнальном уровне имеет место неравенство: $z(t) \neq x_1(t)$,

где $z(t)$ - выходной сигнал звена запаздывания.

Отсюда следует, что вершины графа, характеризующие сигналы $z(t)$ и $x_1(t)$ различны, т.е., относительно протекающих в системе сигналов, контура, создаваемого цепью обратной связи через запаздывающее звено,

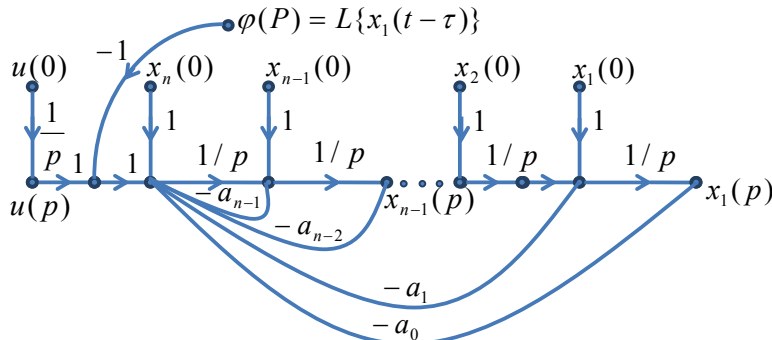


Рис. 1

лишь вес узла $\varphi_k(p)$, являющегося моделью запаздывающей функции, и начальные условия, что видно из общей топологической модели, изображенной на рис.1.

В линейной стационарной системе с запаздыванием по управлению запаздывающим является сигнал ошибки, уравнение которого

$$\varepsilon(t) = u(t) - x_1(t)$$

Для выходного сигнала звена запаздывания имеем

$$\varepsilon(t) = \varepsilon(t-\tau) = u(t-\tau) - x_1(t-\tau)$$

Графовая модель этой системы отличается от предыдущей тем, что вершина графа, характеризующая запаздывающий сигнал, взвешивается разностью двух функций, т.е. сигналом ошибки.

Сформулируем алгоритм расчета процессов в линейной непрерывной системе с постоянным запаздыванием. Данный алгоритм приемлем для расчета процессов как в системе с запаздыванием по состоянию, так и в системе с запаздыванием по управлению.

Алгоритм 1.

1. Строится графовая модель системы как объединение графовых моделей ее элементов.

2. Для отрезка времени $t \in [(k\tau, (k+1)\tau]$, $k=1, 2, \dots$ на основании графовой модели составляются соотношения для расчета процессов в системе:

$$X(p) = Q(p)X(k\tau) + [R(p) \cup RI(p)] u(k\tau) + c S(p) \varphi_k(p), \quad (3)$$

где $RI(p)$ – нулевая матрица, $c = -1 \cup 1$

3. Определяется изображение по Лапласу начальной функции

$$\varphi_{k+1}(p) = x_1(p) \cup [u(p) - x_1(p)] \quad (4)$$

4. Выполняется обратное преобразование Лапласа для соотношения (3):

$$X(t) = Q(t - k\tau)X(k\tau) + [R(t - k\tau) \cup RI(t - k\tau)] u(k\tau) + c D_k(t - k\tau), \quad (5)$$

где $D_k(t - k\tau) = L^{-1}\{\varphi_k(p)S(p)\} \cup L^{-1}\{[u(p) - \varphi_k(p)]S(p)\}$

5. Определяются значения переменных состояния в момент $t = (k+1)\tau$ из соотношения (5):

$$X[(k+1)\tau] = Q(\tau)X(k\tau) + [R(\tau) \cup RI(\tau)] u(k\tau) + c D_k(\tau)$$

6. Осуществляется возврат к п.2 алгоритма.

Рассмотрим задачу определения выходного процесса в системе управления в баке с перемешиванием. Зависимость между температурой выходного потока и соотношением горячего и холодного потоков на входе в смесительный бак задается дифференциальным уравнением:

$$\theta \frac{dy}{dt} + y(t) + k_c (T_h - T_c) y(t - a) = 0$$

Передаточная функция замкнутой системы имеет вид:

$$y(p) = [1 + \frac{k_c (T_h - T_c)}{\theta p + 1} e^{-ap}]^{-1} [\frac{k_c (T_h - T_c)}{\theta p + 1} e^{-ap}] f(p) = 0$$

Система в контуре управления содержит прогнозатор Смита:

$$g_p(p) = [(T_H - T_C)] / (\theta p + 1) (1 - e^{-ap})$$

В системе с прогнозатором Смита параметры следующие:

$$k_c = 3, (T_h - T_c) = 10$$

Величина запаздывания $\tau = 2$.

Начальные условия:

$$y(0) = x_1(0) = 0; x_2(0) = 0, x_3(0) = 0$$

Начальные функции:

$$\varphi_1(t)=0, \varphi_1(t)=0$$

Входное воздействие - единичная ступенчатая функция $f(t)=1$.

Используя дифференциальное уравнение системы, строим ее структурную схему (рис.2,а).

Графовая модель системы представлена на рис.2,б. С помощью графовой модели системы определяются выражения для нахождения промежуточных и выходных координат системы. Соотношения являются рекуррентными, что позволяет легко определить выходной процесс с использованием любой системы программирования, предназначенной для решения инженерных задач.

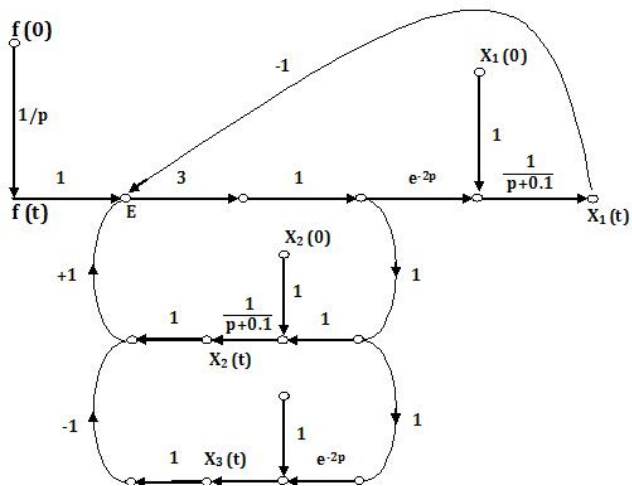
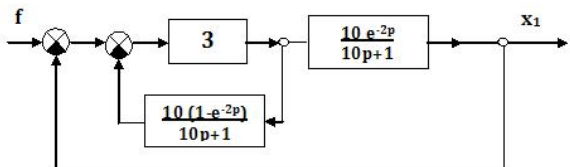


Рисунок 2

Список литературы

1. Гурецкий Х. Анализ и синтез систем с запаздыванием.-М.: Машиностроение, 1978.
2. Солодов А.В., Солодова Е.А. Системы с переменным запаздыванием. - М.:Наука, 1980.
3. Кадыров А.А. Топологический расчет систем автоматического управления. Учебное пособие. Ташкент: ТашПИ, 1979.

Ubaidullaeva of Shahnaz Rahimjanova, Ph. D., associate Professor, Ataeva Zarina Juraeva, assistant Bukhara branch of Tashkent Institute of irrigation and melioration Bukhara, Republic of Uzbekistan

USING THE METHOD OF DYNAMIC GRAPH MODELS FOR THE CALCULATION OF LINEAR DELAY SYSTEMS

The graph modeling of linear systems with delay on the basis of the cumulative application of the theory of differential equations with deviating argument, apparatus dynamic graphs and examination systems from the standpoint of the dynamic structures and processes allows us to obtain the algorithm of calculation of processes in systems of this class, easily implemented on any of the modern programming languages of high level. We problem of determining of the output process in the control system in the tank mixing based on the use of the method of dynamic graph models.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕШЕНИЯ ЛИНЕЙНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ 1-ГО ПОРЯДКА С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ МЕТОДОМ ШАГОВ И МЕТОДОМ ГРАФОВЫХ МОДЕЛЕЙ

Убайдуллаева Шахноз Рахимджановна, к.т.н., доцент, Атаева Зарина Джурсаевна, ассистент Бухарский филиал Ташкентского института ирригации и мелиорации, г.Бухара, Республика Узбекистан

В работе выполнен сравнительный анализ решения линейного дифференциального уравнения 1-го порядка с запаздыванием методом шагов и методом графовых моделей. Использование графовой модели в значительной степени упрощает описание и анализ системы, исключает непосредственное интегрирование дифференциального уравнения с запаздывающим аргументом.

Требуется определить выходной сигнал системы, описываемой дифференциальным уравнением [1]:

$$\frac{dx}{dt} = -ax(t) - bx(t - \tau) + u(t)$$

для всех моментов времени $t > t_0$, причем в момент времени t_0 на вход системы подается воздействие $u(t) = 1(t)$. Значения параметров $a=1, b=1$.