

ISSN 2411-9792

# СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

научно-практический журнал

№1 (9)

2017 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*
- ✓ *Электромеханика 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](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», 2017

## Редакционный совет

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

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

**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

**Шец 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**

**Zhumanov I.I., Holmonov S.M., Temerbekov V.M.** METHODS OF INCREASE IN ACCURACY OF THE DATA BASED ON INDISTINCT CONCLUSIONS IN SYSTEM OF MONITORING OF PRODUCTION AND TECHNOLOGICAL INDICATORS ..... 6

**Абдурахманова М.И., Ямалетдинова М.Ф.** ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ЭКСТРАКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ ..... 16

**Алексеев В.А., Артемьев В.С., Колосов С.П.** СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЁМКОСТИ ОАО «ПРОМТРАКТОР» ..... 21

**Атакузиев Т.А., Шамуратова Ш.М., Мамажанова Л.А.** ПЕРЕРАБОТКА ФОСФОГИПСОВ ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ФОСФОРИТОВ КАРАТАУ НА ТЕРМОФОСФОГИПСОВЫЙ СПЕК И СЕРНИСТЫЙ ГАЗ ..... 27

**Батышев К.А., Прохоров А.А., Семенов К.Г., Безпалько В.И.** АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ОТЛИВОК АВИАСТРОЕНИЯ... 32

**Батышев К.А., Драгунова С.А., Семенов К.Г., Панкратов С.Н.** ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОХУДОЖЕСТВЕННЫХ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ..... 37

**Муравьев Д.Валерьевич, Гелетюк Ю.Н., Хасеинова С.Б., Чекалина Е.К.** МИКРОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ЛЕГИРОВАННЫХ ОБРАЗЦОВ МЕДНЫХ ПЛАСТИН КОЛЛЕКТОРА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ... 46

**Будыкина Т.А., Прудников Н.А.** СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ СТОКОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ ..... 51

**Бырдин А.П., Корчагина Е.В., Акманов Б.Р.** ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРЫ ДИСПЕРСНОГО МАТЕРИАЛА В ДИНАМИЧЕСКОМ СЛОЕ ПРИ МАЛОМ ГАЗОСОДЕРЖАНИИ ..... 57

**Гадалов В.Н., Игнатенко Н.М., Желанов А.Л., Беседин А.Г.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННЫХ ПОРОШКОВ В КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЯХ ПРИ УПРОЧНЕНИИ И ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ..... 62

**Гирфанов Н.Э., Галимова М.П.** СРАВНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ И ПЛАЗМЕННОЙ СВАРКИ ПО ЭКОНОМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ... 67

**Голубчик Э.М., Тарасов П.С., Тарасова К.А., Лукьянчиков Д.Ю.** ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОПРОЧНЫХ МИКРОЛЕГИРОВАННЫХ ДВУХФАЗНЫХ СТАЛЕЙ В ЛИНИИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ВН-ЭФФЕКТ... 71

**Дрижов В.С.** ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОЛЬЦЕВЫХ ЗАГОТОВОК С ПОМОЩЬЮ ШТАМПОСВАРНОГО МЕТОДА ..... 81

**Епилова И.А., Болукова М.А., Сущев А.К.** ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА ТЕХНИКИ ..... 89

**Железников Ю.А., Королев А.В., Ломсадзе А.Д., Мальцева Е.В.** ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА РЕЗОНАНСНЫХ ЧАСТОТ КОНСТРУКЦИИ ДАТЧИКА ПОЛОЖЕНИЯ ..... 95

**Зинченко С.А., Ибрагимов А.У.** ТЕМПЕРАТУРА НАЧАЛА ИНТЕНСИВНОГО РОСТА ОБЪЕМНОЙ ДОЛИ  $\delta$ -ФЕРРИТА ПРИ ОТЖИГЕ АУСТЕНИТНОЙ КОРРОЗИОННО-СТОЙКОЙ СТАЛИ Св-07Х25Н13 ..... 100

**Иванов Н.И., Шумаков А.А.** ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЗОНЕ КОНТАКТА ПРИ КОНДЕНСАТОРНОЙ СВАРКЕ ПРОВОЛОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ..... 108

**Кокорев И.А.** ПРОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ ПРОФИЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ ..... 113

**Колмыков В.И., Косинов Е.А.** ВЛИЯНИЕ НИТРОЦЕМЕНТАЦИИ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ И УДАРНУЮ ВЯЗКОСТЬ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ ..... 120

**Корчагин Виктор А., Ризаева Ю.Н., Карташова А.К.** ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ НА ОСОБУЮ ЭКОНОМИЧЕСКУЮ ЗОНУ Г. ДАНКОВ ..... 128

**Кочергин В.С.** АНАЛИЗ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ ПРОТЯГИВАНИИ ГРАННЫХ ОТВЕРСТИЙ ..... 133

**Кочетов О.С.** ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЗРЫВОЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ..... 138

**Курлович И.Г., Смиловенко О.О., Полуян А.И., Лосик С.А.** АВТОМАТИЗАЦИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ, СВЯЗАННЫХ С ОБРУШЕНИЕМ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ 146

**Лукашев Е.А., Сидоров М.И.** ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И ФОРМУЛИРОВКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИЗНАШИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ В ВИДЕ ЗАДАЧИ С ДВУМЯ ПОДВИЖНЫМИ ГРАНИЦАМИ ..... 151

**Мелентьев В.А.** ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК КОВКОЙ И ШТАМПОВКОЙ ..... 158

**Мишин В.В., Папшентова А.С.** УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ПОДШИПНИКА КАЧЕНИЯ ПРИ ВХОДНОМ КОНТРОЛЕ ..... 163

**Проданчук А.В., Кравченко П.Д.** ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОДЪЕМА С ПОМОЩЬЮ АГЗУ УПАВШИХ РАСПОЛОЖЕННЫХ ВЕРТИКАЛЬНО КАССЕТ В РЕАКТОРЕ ТИПА ВВЭР ..... 168

**Саидмуратов У.А., Хайитов А.Н.** ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛО-МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ХЛОПКОВЫХ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА... 174

**Саидмуратов У.А., Уринов И.И.** МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛО-МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ИНФРАКРАСНОМ ТЕРМООБРАБОТКЕ МЯТКИ СЕМЯН ХЛОПЧАТНИКА ..... 179

**Свинооров Ю.А., Семенов К.Г., Чернов В.В.** НОВЫЕ ЛИТЕЙНЫЕ СВЯЗУЮЩИЕ НА ЛИГНОСУЛЬФАТНОЙ ОСНОВЕ..... 184

**Семенов К.Г., Батышев К.А., Чернов В.В., Панкратов С.Н.** РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ МЕДНЫХ СПЛАВОВ ДЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ..... 190

**Семешин А.Л., Буравцов С.А.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЛИЗНО-ВОДНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ПАЙКЕ РАДИАТОРОВ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВС ..... 195

**Сидоров М.И., Буткевич М.Н., Ставровский М.Е., Юрцев Е.С.** НОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ КОМБИНАЦИЕЙ МЕТОДОВ МЕТАЛЛОПЛАКИРОВАНИЯ ..... 203

**Собенина О.В., Пак А.А.** РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНОЙ БИБЛИОТЕКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНСТРУКТОРСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В NX OPEN API ..... 209

**Убайдуллаева Ш.Р.** РАФОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУМЕРНОЙ ЛИНЕЙНОЙ СТАЦИОНАРНОЙ СИСТЕМЫ С ПОСТОЯННЫМ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ ПО УПРАВЛЕНИЮ ..... 215

**Филатов А.Н., Труфанов И.Э., Матюнин А.Г., Третьяков В.А., Шкатов В.В.** МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА ЗЕРНА АУСТЕНИТА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТОЛСТОГО ЛИСТА ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОЙ СТАЛИ S780 ..... 221

**Чупров Е.В., Шеметова Е.Г., Крапива А.А., Яцуковский К.А.** ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ, ОКАЗЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ УЧАЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ ЧС ..... 226

**Шаринов О.О., Гафуров К.Х., Файзиев Ш.И.** РАЗРАБОТКА ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ТЕПЛОВОГО НАСОСА СО<sub>2</sub>-ЭКСТРАКЦИОННОЙ УСТАНОВКИ..... 232

**Эргашев Б.Т., Ахмедов Ф.Ф.** ВОПРОСЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСАМИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА ПРОГРАММ Expert ClearSCADA И КОНТРОЛЛЕРОВ SCADAPack ..... 244

**METHODS OF INCREASE IN ACCURACY OF THE DATA BASED ON INDISTINCT CONCLUSIONS IN SYSTEM OF MONITORING OF PRODUCTION AND TECHNOLOGICAL INDICATORS**

**Zhumanov Israil Ibrahimovic, Ph.D., Professor, Department of Information Technology of the Samarkand State University, Samarkand, Uzbekistan,**  
E-mail: olimjondi@mail.ru

**Holmonov Sunatillo Mahmudovich, Department of Information Technology Assistant Samarkand State University, Samarkand, Uzbekistan,**  
E-mail: s-xolmonov@mail.ru

**Temerbekov Barnohon Maratovna, senior scientific researcher sotrudnik- the department "Automation of production processes" of the Tashkent State University, Tashkent, Uzbekistan**  
E-mail: doctor\_temerbekova2016@mail.ru

*Author formulated the problem of increasing the authenticity of non-stationary objects information during transmission and processing by data mining technologies (DMT), oriented on improving and developing the existing methodology based on use of properties and characteristics of fuzzy sets, logic, neural networks models. The efficiency is investigated for methods and algorithms, using statistical, dynamical properties, latent patterns, relationships, and other specific characteristics of information sources. The structure of researches and practical development is submitted as solution of tasks for preliminary data processing, identification, approximation and control of information authenticity by synthesis algorithms of fuzzy conclusions and computing circuits of neuro-fuzzy networks. The problem-oriented complex of built-in services, databases and knowledge bases is designed for providing reliability, safety and integrity of the information. It is realized easily interpretive unified framework, ensuring adaptability and high efficiency of DMT technologies. The results are given for program complexes realization and efficiency researches.*

*Key words: intellectual technology, software and algorithmic complex, data authenticity, non-stationary object, identification, structural, parametric fuzzy inference, setting parameters.*

**МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ ВЫВОДОВ В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

**Жуманов Исраил Ибрагимович, доктор технических наук, профессор кафедры информационных технологий Самаркандского Государственного Университета, г.Самарканд, Узбекистан,**  
(E-mail: olimjondi@mail.ru)

**Холмонов Сунатилло Махмудович, ассистент кафедры информационных технологий Самаркандского Государственного Университета, г.Самарканд, Узбекистан,**  
(E-mail: s-xolmonov@mail.ru)

**DEVELOPMENT OF APPLIED LIBRARY OF THE AUTOMATED PROJECTION IN NX OPEN API**

**Abstract.** In article questions of development of applied library of the automated projection of slabs for columns 160x160 and 300x300 according to the OST 1.51634-73 means of the application programming interface CAD NX 7.5 are considered

**Keywords:** projection, applied library, the slab for column

**ГРАФОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУМЕРНОЙ ЛИНЕЙНОЙ СТАЦИОНАРНОЙ СИСТЕМЫ С ПОСТОЯННЫМ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ ПО УПРАВЛЕНИЮ**

*Убайдуллаева Шахноз Рахимджановна, к.т.н., доцент  
(e-mail: ushr@rambler.ru)*

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

*В работе выполнено решение задачи определения выходного процесса в двумерной линейной стационарной системе с постоянным запаздыванием по управлению на основе метода динамических графовых моделей.*

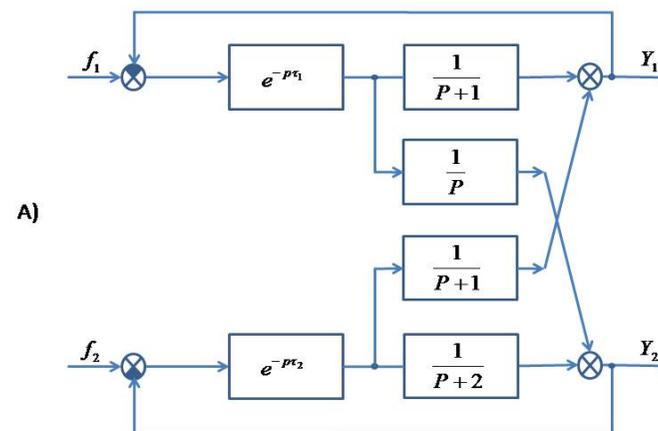
*Ключевые слова: двумерная линейная стационарная система с запаздыванием, графовая модель, начальная функция, сепаратный канал*

Двумерные линейные стационарные системы с запаздыванием легко моделируются на основе использование метод динамических графовых моделей. Исследование на основе совокупного применения теории дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом [1], аппарата динамических графов и рассмотрения систем с позиций динамичности структур и процессов позволяет получить метод расчёта процессов этого класса систем, легко реализуемый на любом из современных языков программирования высокого уровня.

Пример: Определить промежуточные и выходные координаты системы, структурная схема которой изображена на рис. 1,А).Запаздывания в сепаратных каналах равны  $\tau_1 = \tau_2 = 0.4c$ .

Начальные условия – нулевые, начальные функции  $\phi_0^1(t), \phi_0^2$  также предполагаются нулевыми.

Решение: Так как от шага к шагу в системе происходит смена одинаковых в общем структурных состояний, то можно построить графовую модель системы ((рис. 1,Б) для отрезка  $[i\tau, (i+1)\tau], i = 0, 1, \dots$ . На отрезке  $[0, \tau]$  переменных состояния и выходных координат имеем  $x_1(p) = x_2(p) = x_3(p) = x_4(p) = 0; y_1(p) = y_2(p) = 0$ ; откуда  $x_1(t) = x_2(t) = x_3(t) = x_4(t) = 0$ ;



А)

Б)

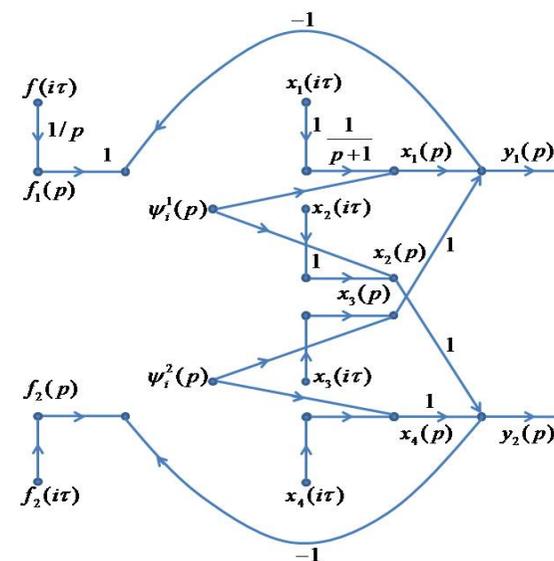


Рисунок 1

$$y_1(t) = x_2(t) = 0, x_1(\tau) = x_2(\tau) = x_3(\tau) = x_4(\tau) = 0;$$

$$y_1(\tau) = y_2(\tau) = 0$$

Обозначим  $\varphi_1^1(p) = \varepsilon_1(p) = 1/p$ ;

$$\varphi_1^2(p) = \varepsilon_2(p) = 1/p$$

На отрезке  $[\tau, 2\tau]$  непрерывные сигналы  $\phi_1^1(t)$  и  $\phi_1^2(t)$  уже начинают воздействовать на выходы соответствующих каналов системы. Из рассмотрения графа видно, что

$$x_1(p) = \frac{1}{p+1} \varphi_1^1(p) = \frac{1}{(p+1)};$$

$$x_2(p) = \frac{1}{p} \varphi_1^1(p) = \frac{1}{p^2};$$

$$x_3(p) = \frac{1}{p+1} \varphi_1^2(p) = \frac{1}{p(p+1)};$$

$$x_4(p) = \frac{1}{p} \varphi_1^2(p) = \frac{1}{p(p+1)};$$

$$y_1(p) = x_1(p) + x_3(p) = \frac{2}{p(p+1)};$$

$$y_2(p) = x_2(p) + x_4(p) = \frac{1}{p^2} + \frac{1}{p(p+2)};$$

$$\varepsilon_1(p) = J_1(p) - y_1(p) = \frac{1}{p} - \frac{2}{p(p+1)};$$

$$\varphi_1^1(p) = \varepsilon_1(p), \quad \varphi_2^2(p) = \varepsilon_2(p)$$

Перейдя во временную область, для отрезка  $[\tau, 2\tau]$  будем иметь

$$x_1(t) = 1 - e^{-(t-0.4)}, \quad x_2(t) = (t - 0.4),$$

$$x_3(t) = 1 - e^{-2(t-0.4)}, \quad x_4(t) = -0.5(1 - e^{-2(t-0.4)}),$$

$$y_1(t) = 2(1 - e^{-(t-0.4)}), \quad y_2(t) = t - 0.4 + 0.5(1 - e^{-2(t-0.4)})$$

Значения промежуточных и выходных координат системы при  $e = 2\tau$  найдем из полученных соотношений:

$$x_1(2\tau) = 0.33, \quad x_2(2\tau) = 0.4,$$

$$y_1(2\tau) = 0.66, \quad x_3(2\tau) = 0.33,$$

$$x_4(2\tau) = 0.375, \quad y_2(2\tau) = 0.675$$

Перейдем к расчету процессов на отрезке времени  $[2\tau, 3\tau]$ . На этом промежутке на соответствующих выходах системы присутствуют сигналы  $\varphi_2^1(t)$ ,  $\varphi_2^2(t)$ . Следовательно, промежуточные переменные и выходы системы задаются

выражениями:

$$x_1(p) = \frac{x_1(2\tau)}{p+1} + \frac{\varphi_2^1(p)}{p+1} = \frac{0.33}{p+1} + \frac{1}{p(p+1)} - \frac{2}{p(p+1)},$$

$$x_2(p) = \frac{x_2(2\tau)}{p} + \frac{\varphi_2^1(p)}{p} = \frac{0.4}{p} + \frac{1}{p} - \frac{1}{p^2(p+1)};$$

$$\begin{aligned} x_3(p) &= \frac{x_3(2\tau)}{p+1} + \frac{\varphi_2^2(p)}{p+1} = \\ &= \frac{0.33}{p+1} + \frac{1}{p(p+1)} - \frac{2}{p(p+1)} - \frac{1}{p(p+1)(p+2)}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_4(p) &= \frac{x_4(2\tau)}{p+2} + \frac{\varphi_2^2(p)}{p+2} = \\ &= \frac{0.275}{p+2} + \frac{1}{p(p+2)} - \frac{1}{p(p+2)} - \frac{1}{p(p+2)^2}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_1(p) &= x_1(p) + x_3(p) = \\ &= \frac{0.66}{p+1} + \frac{2}{p(p+1)} - \frac{2}{p(p+1)^2} - \frac{1}{p^2(p+1)} - \\ &\quad - \frac{1}{p(p+1)(p+2)}; \end{aligned}$$

$$y_2(p) = x_2(p) + x_4(p) = \frac{0.4}{P} + \frac{1}{p^2} - \frac{2}{p^2(p+1)} + \frac{0.275}{p+2} + \frac{1}{p(p+2)} - \frac{1}{p^2(p+2)} - \frac{1}{p(p+2)^2};$$

$$\varphi_3^1(p)\varepsilon_1(p) = \int_1(p) - y_1(p),$$

$$\varphi_3^2(p) = \varepsilon_2(p) = \int_2(p) - y_2(p).$$

Во временной области будем иметь:

$$x_1(t) = 1.33e^{-(t-0.8)} + 2(t-0.8)e^{-(t-0.8)} - 1;$$

$$x_2(t) = -(t-0.8) - 2^{-(t-0.8)} + 2.4;$$

$$x_3(t) = -0.67e^{-(t-0.8)} - 0.5e^{-2(t-0.8)} + (t-0.8) + 1.5;$$

$$x_4(t) = -0.225e^{-2(t-0.8)} - 0.5(t-0.8) + (t-0.8)e^{-2(t-0.8)} + 0.5;$$

$$y_1(t) = 0.66e^{-(t-0.8)} - 0.5e^{-2(t-0.8)}$$

$$+ (2(t-0.8))e^{-(t-0.8)} + 0.5;$$

$$y_2(t) = -2e^{-(t-0.8)}1.5(t-0.8) + (t-0.8)e^{-2(t-0.8)} +$$

$$+ 2.9 - 0.225e^{-2(t-0.8)}$$

Откуда при  $t = 3\tau$  имеем

$$x_1(3\tau) = 0.427; \quad x_2(3\tau) = 0.66;$$

$$y_1(3\tau) = 1.654; \quad x_3(3\tau) = 1.227;$$

$$x_4(3\tau) = 0.329;$$

$$y_2(3\tau) = 0.989$$

На всех последующих шагах промежуточные и выходные переменные системы находятся аналогичным образом. Выполняя указанную выше процедуру, можно получить решение и на последующих интервалах времени. Из рассмотренного примера налицо видно преимущество графового метода [2]. Использование графовой модели в значительной степени упрощает описание и анализ сложной двумерной линейной системы, исключает непосредственное интегрирование дифференциального уравнения с запаздывающим аргументом.

*Список литературы*

1. Солодов А.В., Солодова Е.А. Системы с переменным запаздыванием. - М.: Наука, 1980.

2. Кадыров А.А. Топологический расчет систем автоматического управления. Учебное пособие. Ташкент: ТашПИ, 1979.

*Ubaidullaeva Shahnoz Rahimjanova, associate Professor*

*(e-mail: ushr@rambler.ru)*

*Bukhara branch of Tashkent Institute of irrigation and melioration,*

*The Republic of Uzbekistan., Bukhara*

**THE GRAPH MODELING OF TWO-DIMENSIONAL LINEAR STATIONARY SYSTEM WITH CONSTANT DELAY IN CONTROL**

**Abstract:** *In the solution of the problem determine the output of the process in a two-dimensional linear stationary system with constant delay in control on the basis of the method of dynamic graph models.*

**Key words:** *two-dimensional linear stationary system with delay, the graph model, an elementary function, a separate channel*