

Юго-Западный государственный университет  
Академия проблем качества  
Сумский государственный университет  
Белорусский государственный технологический университет  
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)  
Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)  
Курская торгово-промышленная палата

## **КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ: КОНТРОЛЬ, УПРАВЛЕНИЕ, ПОВЫШЕНИЕ, ПЛАНИРОВАНИЕ**

**СБОРНИК  
НАУЧНЫХ ТРУДОВ**  
*4-й Международной молодежной  
научно-практической конференции*

**15 ноября 2017 года**

*Ответственный редактор - Павлов Е.В.*

**ТОМ 3**

в 3 –х томах

Курск - 2017

УДК 621.9.02  
ББК Ж.я431(0)  
У56 УК-07

### **Организационный комитет**

**Председатель организационного комитета** – Павлов Евгений Васильевич, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Управление качеством, метрология и сертификация» (УКМиС) ЮЗГУ;

**Заместитель председателя оргкомитета** – Ивахненко Александр Геннадьевич, д.т.н., профессор кафедры УКМиС ЮЗГУ.

### **Члены оргкомитета:**

1. Куц Вадим Васильевич, д.т.н., профессор кафедры УКМиС ЮЗГУ;
2. Сторублев Максим Леонидович, к.т.н., доцент кафедры УКМиС ЮЗГУ;
3. Аникеева Олеся Владимировна, к.т.н., доцент кафедры УКМиС ЮЗГУ;
4. Крюков Дмитрий Николаевич, зав. лаб. УКМиС ЮЗГУ.
5. Горохов Александр Анатольевич, к.т.н., доцент кафедры МТиО ЮЗГУ.

**КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ: КОНТРОЛЬ, УПРАВЛЕНИЕ, ПОВЫШЕНИЕ, ПЛАНИРОВАНИЕ: сборник научных трудов** Международной молодежной научно-практической конференции (15 ноября 2017 года)/ редкол.: Павлов Е.В. (отв. ред.); в 3-х томах, Т.3., Юго-Зап. гос. ун-т., Курск: Из-во ЗАО «Университетская книга», 2017. 243 с.

### **ISBN 978-5-9909299-4-4**

Содержание материалов конференции составляют научные статьи отечественных и зарубежных ученых. Излагается теория, методология и практика научных исследований в области управления качеством продукции, техники, машиностроения, механики, материаловедения.

Предназначен для научно-технических работников, ИТР, специалистов в области управления качеством машиностроения и материаловедения, преподавателей, студентов и аспирантов вузов.

Материалы публикуются в авторской редакции.

### **ISBN 978-5-9909299-4-4**

УДК 621.9.02  
ББК Ж.я431(0)

© Юго-Западный государственный университет, 2017  
© ЗАО "Университетская книга", 2017  
© Авторы статей, 2017

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Савина А.Ю.</i> ВАЖНОСТЬ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИЙ В РЕГИОНАХ С УЧЕТОМ СОВРЕМЕННЫХ ИНТЕГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ.....	7
<i>Савенков А.П., Четов К.Е.</i> БЕСКОНТАКТНЫЙ МЕТОД И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ.....	10
<i>Санин С.Н., Ивлева К.С., Воронцова В.В.</i> УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	14
<i>Светличная Т.В., Ефимова Г.В., Ефимова Г.В.</i> СИСТЕМА ИННОВАЦИОННОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ.....	19
<i>Сибилев А.А., Кожневиков С.О.</i> К ОПРЕДЕЛЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ КРАНО-МАНИПУЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ.....	23
<i>Синдеева Р.Н.</i> ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ.....	26
<i>Смирнова Е.В.</i> АКТУАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПОВ СИСТЕМНОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ СЕМЕЙСТВА СТАНДАРТОВ ИСО 9000.....	30
<i>Смирнова О.Е., Посаженикова К.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ПРОСТЫХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ ПРИ КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ.....	34
<i>Смирнова О.Е., Селихова В.С.</i> ПРИНЯТИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ QFD- МЕТОДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	38
<i>Смышляева М.Ю.</i> СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ОБРАЗЦОВ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ.....	42
<i>Смышляева М.Ю.</i> О ПРИЗНАНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ СТРАНАМИ СНГ.....	46
<i>Соболева М.И., Гагрилова О.А., Секацкий В.С.</i> ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЙ МАГНИТНЫМИ ТОЛЩИНОМЕРАМИ.....	49
<i>Соколовская В.Б., Никишин В.В.</i> МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ ВНУТРЕННЕГО ДИАМЕТРА ЦИЛИНДРА БОЛЬШОЙ ДЛИНЫ.....	53
<i>Степанов М.А., Цибилов Я.И.</i> ДИАГНОСТИКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПОДЪЕМНИКА.....	56
<i>Степанова Е.Ю., Бураинов М.А., Степанов Ю.С., Горохов А.А.</i> АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОСТОБРАБОТКИ И КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА.....	61
<i>Степанова К.М., Суцев А.К.</i> ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА АВТОКОМПОНЕНТОВ.....	66
<i>Степанова Е.А., Пучка О.В., Козленко Б.В.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА.....	70
<i>Сторублев М.Л.</i> ПОВЫШЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА ПО ИТОГАМ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОЦЕССОВ.....	75

<i>Суровцева О.А., Носикова А.М.</i> УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ПОМОЩИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	79
<i>Сухариков И.П.</i> ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЕВЫХ КОМПОЗИТНЫХ ПАНЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА.....	81
<i>Сухариков И.П.</i> РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ КАРТЫ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЕВЫХ КОМПОЗИТНЫХ ПАНЕЛЕЙ.....	84
<i>Тамилина Е.В., Углова Н.В.</i> ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ.....	87
<i>Татомир Т.С., Хакимов Р.А., Ибатуллин А.А.</i> ТРУБЧАТЫЕ ПЕЧИ КАК ОБЪЕКТ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	89
<i>Тиханкин Г.А., Морозова Л.К., Алимова В.П.</i> АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ ПОВЕРОЧНЫХ РАБОТ В ЗАО «ЭМАТЕРМ».....	92
<i>Тиханкин Г.А., Пискунова А.А.</i> ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ КАК НЕОТЪЕМЛЕМЫЕ ЧАСТИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ООО «ИНЭЛ».....	94
<i>Тихонова Ю.Д., Гончарова А.О.</i> ПРОВЕДЕНИЕ РАБОТ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ И ВНЕДРЕНИЮ НОВЫХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ.....	98
<i>Тушикина Т.Ю., Бакурова Ю.А.</i> ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ТОЧНОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ.....	102
<i>Убайдуллаева Ш.Р.</i> ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛИНЕЙНЫХ НЕПРЕРЫВНЫХ СИСТЕМ С ПОСТОЯННЫМ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ГРАФОВ.....	104
<i>Убайдуллаева Ш.Р., Хайитова О.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕШЕНИЯ ЛИНЕЙНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ 1-ГО ПОРЯДКА С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ МЕТОДОМ ШАГОВ И МЕТОДОМ ГРАФОВЫХ МОДЕЛЕЙ.....	109
<i>Урусов А.О.</i> АНАЛИЗ РЕСУРСОБЕПЕЧЕННОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ.....	114
<i>Федорова Ю.Е., Хасанова А.Р., Нурмухаметова А.</i> К ВОПРОСУ ОБ УПРАВЛЕНИИ РИСКАМИ В ОРГАНИЗАЦИИ.....	118
<i>Фролов Д.Н., Углова Н.В.</i> ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ПОЕЗДОВ.....	120
<i>Фролова А.А.</i> СИСТЕМА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ.....	122
<i>Фролова Л.В.</i> ОСОБЕННОСТЬ ПРИНЦИПА «ЛИДЕРСТВО РУКОВОДИТЕЛЯ».....	125
<i>Хакяшев А.А.</i> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИМЕЮЩИХСЯ РЕСУРСОВ В УСЛОВИЯХ ОАО «ТЕРЕКАЛМАЗ».....	127
<i>Халенко В.О., Оникиенко Д.А.</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТЕЙ ИЗДЕЛИЙ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМИ ПОКРЫТИЯМИ.....	131

<i>Халенко В.О., Оникиенко Д.А.</i> ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ШАГОВОГО ПРИВОДА ДЛЯ КОНТРОЛЬНО-СОРТИРОВОЧНОГО АВТОМАТА.....	137
<i>Халенко В.Олеговна, Оникиенко Д.А.</i> ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАСТОЛЬНОГО КОНТРОЛЬНО-СОРТИРОВОЧНОГО АВТОМАТА.....	140
<i>Халикова А.С., Болтенко Ю.А.</i> АНАЛИЗ АССОРТИМЕНТА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МЯСНОГО ФАРША, РЕАЛИЗУЕМОГО В ТОРГОВОЙ СЕТИ Г. БЕЛГОРОДА.....	145
<i>Ховалкин В.Р.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА УПРАВЛЯЕМОСТИ ОБЪЕКТОВ.....	149
<i>Хранцов М.А.</i> ТЕХНОЛОГИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ.....	152
<i>Хромых А.И.</i> ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТОРМОЗНОГО ПУТИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ С ABS.....	157
<i>Царегородцева О.В., Елисеева Е.В., Толкачева О.С.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ.....	161
<i>Царегородцева О.В., Габриелян А.А., Лютова К.Г.</i> ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СТРОИТЕЛЬНОГО ОБЪЕКТА НА ПРИМЕРЕ BIM ТЕХНОЛОГИИ.....	164
<i>Царегородцева О.В., Долинский С.С.</i> УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В ИЗГОТОВЛЕНИИ ПРОДУКЦИИ.....	168
<i>Царегородцева О.В., Грибкова М.А., Герасимова А.А.</i> РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОДУКЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ SALS-ТЕХНОЛОГИЙ.....	173
<i>Царегородцева О.В., Семёнова А.С.</i> ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	175
<i>Цветков И.С., Татарнищев В.А.</i> ДИАГНОСТИКА КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛА В ЭКСПЛУАТАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВРЕМЕНИ НАЧАЛА РЕНОВАЦИИ ДЕТАЛИ... ..	179
<i>Цоколенко А.Е.</i> ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПЕСЧАНОГО ШЛАМА.....	184
<i>Чабаненко А.В.</i> ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	186
<i>Чернышева Е.В., Воронцова В.В., Радченко А.В., Ивлева К.С.</i> МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ НА ПРИМЕРЕ ПРОИЗВОДСТВА СПЕЦЖИРОВ.....	191
<i>Шахматова Л.М.</i> ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ТОВАРОВ НА РЫНКАХ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН.....	196
<i>Шашкова Е.В.</i> АНАЛИЗ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА.....	199
<i>Шепляков В.С., Ярыгина И.В.</i> СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ.....	201

<i>Шидова С.Х.</i> АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПРЕДПОЧТЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ ДОКУМЕНТООБОРОТА НА ООО «АВТОЗАПЧАСТЬ».....	205
<i>Шикова К.З.</i> САМООЦЕНКА КАК МЕТОД СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА.....	209
<i>Ширинкин П.С.</i> АНАЛИЗ ТОРМОЗНОГО ПУТИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ С АНТИБЛОКИРОВОЧНОЙ СИСТЕМОЙ В РАЗЛИЧНЫХ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЯХ.....	212
<i>Шишкина А.М., Кукушкина А.М.</i> КАЧЕСТВЕННЫЙ БРЕНД ИЛИ БРЕНДИРОВАННОЕ КАЧЕСТВО?.....	215
<i>Школина Т.В., Сорокина И.В.</i> РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА СЕРТИФИКАЦИИ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	218
<i>Школина Т.В., Лёвкина А.А.</i> РАЗРАБОТКА СМК В СООТВЕТСТВИИ С ISO 9001:2015 НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	220
<i>Шкурин И.Г., Харитонов И.В., Ноздрачёв Р.А.</i> МЕТОДИКА УПРОЧНЕНИЯ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ДВС БИМЕТАЛЛИЗАЦИЕЙ.....	223
<i>Шкурин И.Г., Харитонов И.В., Ноздрачёв Р.А.</i> БИМЕТАЛЛИЗАЦИИ КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРОЧНЕНИЯ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ДВС.....	226
<i>Штанов В.В., Углова Н.В.</i> ЛИДЕРСТВО РУКОВОДСТВА ОРГАНИЗАЦИИ – ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ТРЕБОВАНИЕ СМК В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ Р ИСО 9001-2015.....	229
<i>Щепочкина Ю.А., Селезнёва Г.Ю., Архипов А.А., Несмиян Е.В., Селезнёва Е.А.</i> ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ.....	232
<i>Юдин К.Ю., Углова Н.В.</i> НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ В ОАО «РЖД».....	234
<i>Юракова Т.Г., Воронцова В.В., Радченко А.В.</i> ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИЙ.....	235
<i>Ярыгина И.В., Поспехова С.С.</i> ВИДЫ И МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ.....	239
<i>Ярыгина И.В., Федеяева А.В.</i> КВАЛИМЕТРИЯ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ.....	241

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

*Убайдуллаева Шахноз Рахимджановна, к.т.н., доцент,*

*Хайитова Ойдина, студентка*

*Бухарский филиал Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, Республика Узбекистан, г. Бухара*

*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 линейной непрерывной системы с запаздыванием, описываемой дифференциальным уравнением:

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

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

**Вариант 1.** Решение с использованием метода шагов [1]. Рассмотрим вначале формирование выходной величины на отрезке времени  $t_0, t_0 + \tau$ . На этом отрезке в реальной системе с нулевыми начальными условиями с выхода цели обратной связи сигнала не будет, т.к. он задерживается звеном запаздывания на время, равное величине запаздывания. Таким образом, выходной сигнал  $x(t)$  для  $t \in [t_0, t_0 + \tau]$  определим, решив неоднородное дифференциальное уравнение 1-го порядка

$$\frac{dx}{dt} = -ax(t) + 1 \tag{1}$$

Для решения уравнения (1) используем один из известных методов, например, вариацию параметров. Решение однородного уравнения находим

из характеристического уравнения  $r+1=0$ , отсюда  $r=-1, x_h = C_1 e^{-t}$ .

Предполагая,  $x_p = ue^{-t}$ ,  $\frac{du}{dt} e^{-t} - ue^{-t} = -ue^{-t} + 1, \frac{du}{dt} e^{-t} = 1,$

$$u = \int_0^t e^t dt = e^t,$$

получим частное решение  $x_p = ue^{-t} = 1$ .

Общее решение уравнения (1) будет иметь вид  $x = x_h + x_p = C_1 e^{-t} + 1$ ,

где  $C_1$  - постоянная интегрирования, характеризующая состояние системы в момент времени  $t=0$ .

При нулевых начальных условиях получим  $C_1 = -1$  и  $x = x_1(t) = 1 - e^{-t}$  (2),

где  $t \in [0, \tau]$ .

Из выражения (2) найдем мгновенное значение сигнала  $x$  при  $t = \tau$ :  $x(\tau) = 1 - e^{-\tau}$ . Функция  $x(t)$  полностью определяет выходной процесс на отрезке времени  $t \in [0, \tau]$ .

Сигнал  $x(t) = x_1(t)$ , проходящий через звено запаздывания, будет воздействовать на вход системы уже на отрезке времени  $[\tau, 2\tau]$  и исходное уравнение системы можно записать в виде:  $\frac{dx}{dt} = -x - x_1(t - \tau) + 1$ ,

или  $\frac{dx}{dt} = -x + e^{-(t-\tau)}$  (3).

Найдем значение сигнала  $x(t)$  для  $t \in [\tau, 2\tau]$ .

Решение, удовлетворяющее однородному уравнению  $\frac{dx}{dt} + x = 0$ , следующе  $x_h = C_2 e^{-(t-\tau)}$ . Частное решение находим посредством вариации параметров. Предполагая, что  $x_p = ue^{-(t-\tau)}$ , имеем частное решение  $x_p = ue^{-(t-\tau)} = (t - \tau)e^{-(t-\tau)}$ .

Общее решение имеет вид  $x = x_h + x_p = C_2 e^{-(t-\tau)} + (t - \tau)e^{-(t-\tau)}$ . Где  $C_2$  - постоянная интегрирования, характеризующая состояние системы в момент времени  $t = \tau$ .

Из решения на предыдущем отрезке мы имели  $x(\tau) = 1 - e^{-\tau}$ , откуда  $C_2 = 1 - e^{-\tau}$  следовательно, на промежутке времени  $t \in [\tau, 2\tau]$  на вы-

ходе системы получим  $x(t) = x_2(t) = (1 - e^{-\tau})e^{-(t-\tau)} + (t - \tau)e^{-(t-\tau)}$  и значение выходного сигнала при  $t = 2\tau$ .

Аналогично рассмотрим промежуток времени  $t \in [2\tau, 3\tau]$ . На этом отрезке начальной функцией является сигнал  $-x_2(t - \tau)$  на выходе цепи обратной связи. Следовательно, уравнение системы можно записать в виде

$$\frac{dx}{dt} = -x - [(1 - e^{-\tau})e^{-(t-\tau)} + (t - \tau)e^{-(t-\tau)}] + 1 \quad (4).$$

Находим решение однородного уравнения  $\frac{dx}{dt} = -x = 0$ ,  $x_h = C_3 e^{-(t-\tau)}$

Частное решение ищем в виде

$$x_p = u e^{-(t-2\tau)}$$

Общее решение имеет вид

$$x = x_h + x_p = C_3 e^{-(t-2\tau)} + [(e^{-\tau} - 1)(t - 2\tau) - \frac{(t - 2\tau)^2}{2} + e^{t-2\tau} - 1] e^{-(t-2\tau)}$$

$C_3$  - постоянная интегрирования, характеризующая состояние системы в момент времени  $t=2\tau$ . Его значение мы уже нашли из решения на предыдущем отрезке:

$$C_3 = x_2(2\tau)$$

Следовательно, на промежутке времени  $[2\tau, 3\tau]$  выходной сигнал описывается функцией

$$x = e^{-(t-2\tau)} (1 - e^{-\tau} + \tau)e^{-\tau} + [(e^{-\tau} - 1) \times (t - 2\tau) - \frac{(t - 2\tau)^2}{2} + e^{t-2\tau} - 1] e^{-(t-2\tau)}$$

Найденные функции  $x_1(t), x_2(t), x_3(t)$  полностью определяют выходной процесс системы на интервале времени от  $t=0$  до  $t=3\tau$ . Продолжая последовательно описанную выше процедуру можно получить решение на любом интересующем нас интервале времени.

**Вариант 2.** Решение с использованием графовой модели системы. Исходя из дифференциального уравнения системы и учитывая то, что звено запаздывания задерживает сигнал с выхода цепи обратной связи на время  $\tau$ ,

граф, определяющий поведение системы на отрезке времени  $t \in [0, \tau]$ , можно изобразить в виде, представленном ниже рисунке (рис.1,а).

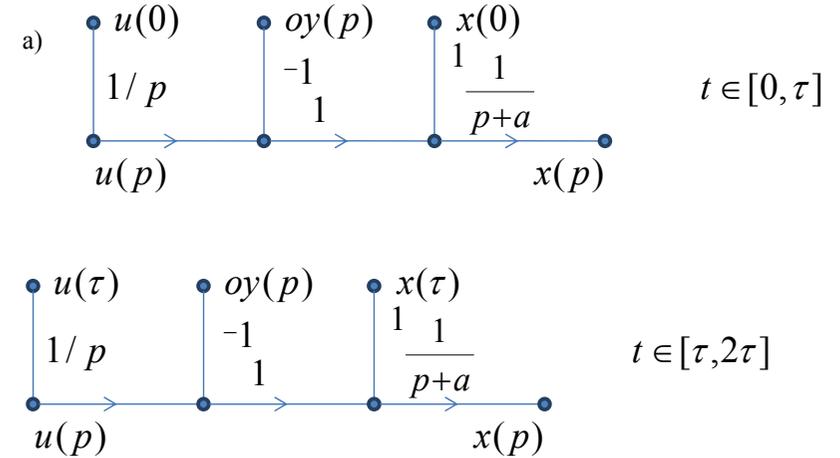


Рис.1

По графу можно определить выходной сигнал системы на отрезке

$$x(p) = \frac{1}{p(p+1)} u(0) + \frac{1}{p+1} x(0)$$

$$x(t) = L^{-1} \left[ \frac{1}{p(p+1)} \right] u(0) = 1 - e^{-t}, \quad x(t) = x_1(t)$$

Функция  $x_1(t)$  определяет выходной процесс системы на отрезке времени  $t \in [0, \tau]$ . При  $t = \tau$  имеем  $x(\tau) = 1 - e^{-\tau}$ . Так как сигнал  $x_1(t)$  проходит через звено запаздывания, то оно появляется на выходе цепи обратной связи в виде функции  $y(t) = x_1(t - \tau)$  на следующем отрезке времени  $[\tau, 2\tau]$ .

Сигнал  $x_1(t-\tau)$  является начальной функцией, а мгновенное его значение  $-x_1(\tau) = -x(\tau)$  начальным условием на отрезке  $[\tau, 2\tau]$ . Исходя из этих соображений, строим граф для  $t \in [\tau, 2\tau]$  (рис.1,б). Из рассмотрения графа находим

$$x(p) = \frac{1}{p(p+1)}u(\tau) + \frac{1}{(p+1)}x(\tau) - \frac{1}{p(p+1)^2}$$

Из последнего соотношения находим

$$x(t) = x_2(t) = (1 - e^{-\tau})e^{-(t-\tau)} + (t - \tau)e^{-(t-\tau)}$$

Значение выходного сигнала при  $t=2\tau$  равно  $x(2\tau) = x_2(2\tau) = e^{-\tau}(1 - e^{-\tau} + \tau)$ . Функция  $x(t) = x_2(t)$  определяет выходной процесс на отрезке  $t \in [\tau, 2\tau]$ .

Рассмотрим далее промежуток времени  $t \in [\tau, 2\tau]$ . На выходе цепи обратной связи появляется сигнал  $y(t) = x_2(t)$ , который является начальной функцией, а мгновенное значение  $x_2(\tau)$  - начальным условием для этого промежутка времени. Для отрезка  $t \in [\tau, 2\tau]$ , имеем

$$x(p) = x_3(p) \frac{1}{p(p+1)}u(2\tau) + \frac{1}{(p+1)}x(2\tau) - \frac{1}{(p+1)}x_2(p)$$

Выполнив обратное преобразование Лапласа для последнего соотношения, будем иметь

$$x = e^{-(t-2\tau)}(1 - e^{-\tau} + \tau)e^{-\tau} + [(e^{-\tau} - 1)(t - 2\tau) - \frac{(t - 2\tau^2)}{2} - 1]e^{-(t-2\tau)} + 1$$

Выполняя последовательно 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 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.

## АНАЛИЗ РЕСУРСОБЕПЕЧЕННОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ ANALYSIS OF RESURSOSBEREZENIE IN THE ENTERPRISE

*Урусов А.О.*

*Проведение анализа деятельности предприятия, оценка качества производимой продукции и анализ ресурсов на предприятии.*

*Ключевые слова: качество, ресурсы, анализ.*

*Сегодняшняя рыночная экономика предъявляет принципиально новые требования к производимой продукции. Выживаемость каждой фирмы, ее крепкое расположение на рынке товаров и услуг формируются уровнем конкурентоспособности. В свою очередь конкурентоспособность сопряжена с двумя признаками — уровнем цены и уровнем качества продукта. Причем второй признак решительно выходит на первое место. Эффективность труда, бережливость всех видов ресурсов уступают место качеству продукта.*

*Качество продукта — важный показатель работы предприятия. Повышение качества продукта в полноценной мере характеризует выживаемость организации в условиях рынка, темпы научно-технологического продвижения, рост эффективности изготовления, экономию всех видов ресурсов, применяемых на предприятии.*

*Целью данной работы является проведение анализа деятельности предприятия и оценка качества производимой продукции, а также анализ ресурсов предприятия.*

*Анализ будет проведен на примере предприятия ОАО «Телемеханика». ОАО «Телемеханика» — одно из первых предприятий СССР, где было освоено серийное производство промышленных систем телемеханики.*

*Системы управления и телемеханические комплексы использовались во всех определяющих отраслях народного хозяйства и эксплуатируются по настоящее время. Все системы, управляющие световыми объектами в городах СССР, выпускала Телемеханика.*

*Ордена Почета открытое акционерное общество «Телемеханика» начинает свой путь с Нальчикского завода телемеханической аппаратуры, который заложил основу развития новой отрасли отечественного приборостроения.*

*На сегодняшний день ОАО «Телемеханика» — это успешно развивающееся предприятие, достойно продолжающее славные традиции своих предшественников. Основой его деятельности является разработка и внедрение в производство новейших инновационных идей и технологий, направленных на благо общества. Предприятием уверенно освоено производство:*

- современных технических средств управления дорожным движением;
- современных систем распределенной телемеханики;
- современных светодиодных осветительных средств;