

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., Посажженникова 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

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

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

1. При проведении контроля точности температура воздуха в помещении должна быть  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ .

2. Перед проведением контроля точности ТО должна быть выдержана на не менее 8 ч.

3. Измерение основных параметров, определяющих точность штампа.

При проведении работы за основу был принят штамп гибочный с целью оценки его точности и расчета времени по истечении которого штамп необходимо подвергать оценке точности его параметров. Расчеты велись по методике, представленной в [6].

Определили СКО  $\sigma_0$  распределения погрешности градуировки ТО при выпуске из производства, предел  $\Delta$  допускаемой погрешности ТО, нормируемый в ТУ, предел  $\Delta_3$ , допускаемой погрешности ТО в реальных условиях его эксплуатации.

В качестве МПИ приняли  $T = \min[T_1, T_2]$ . [6]

Нормированное значение вероятности работы ТО без отказов  $P_M(t) = 0,95$  за наработку  $t = 420$  ч; средняя загрузка ТО - 200 ч в месяц;  $\sigma_0 = 0,2\Delta$ ;  $\Delta_3 = 0,8\Delta$ ;  $P_{M,U}^* = 0,9$ .

При интенсивности эксплуатации 200 ч в месяц наработка ТО  $t = 420$  ч соответствует календарной продолжительности эксплуатации, равной 0,5 г.

Квантили нормального распределения:  $\lambda_{0,95} = 2$ ,  $\lambda_{0,9} = 1,645$ . Поэтому

$$T_1 = \frac{\ln\left(\frac{0,8\Delta}{1,645 \cdot 0,2\Delta}\right)}{\ln\left(\frac{\Delta}{2 \cdot 0,2\Delta}\right)} = 0,97 \cong 1 \text{ г.}$$

$$T_2 = t \frac{\Delta_3 - \lambda_P \sigma_0}{\Delta - \lambda_{P(t)} \sigma_0} = 0,5 \frac{(0,8 - 1,645 \cdot 0,2)\Delta}{(1 - 2 \cdot 0,2)\Delta} = 0,4 \text{ г.}$$

Принимаем временной интервал  $T = \min[T_1, T_2] = 0,4 \text{ г.} = 5 \text{ мес.}$

В результате проведенного исследования пришли к выводу о том, что для технологической оснастки, работающей в чрезвычайно тяжелых условиях под воздействием высоких давлений и температур, необходимо систематически проводить оценку точности размеров изготавливаемых деталей, характеризующихся сложной геометрической формой. Определили длительность временного интервала с учетом интенсивности эксплуатации, по истечении которого ТО необходимо подвергать оценке точности его параметров.

*Список литературы*

1. ГОСТ 2.307-2011 «Наличие размеров и предельных отклонений» принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 12 мая 2011 г. N 39).

2. Ипатов, М.И. Организация и планирование машиностроительного производства: Учеб. Для машиностр. Спец. Вузов/ М.И. Ипатов, М.К. Захарова, К.А. Грачева и др.; Под ред. М.И. Ипатова, В.И. Постникова и М.К. Захаровой. – М.: Высш. Шк., 1988. – 367с.

3. Механизмы изнашивания инструмента [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://metallrez.ru/iznos-instrumenta/22-mehanizmy-iznashivaniya-instrumenta.html>, свободный.

4. Методы диагностики состояния режущего инструмента [электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.techologia.ru/documentation/cutting\\_of\\_metals/7](http://www.techologia.ru/documentation/cutting_of_metals/7), свободный.

5. Никитенко, В. М. Штампы листовой штамповки. Технология изготовления штамповой оснастки: текст лекций. В 2 ч. Ч. 1 / В. М. Никитенко, Ю. А. Курганова. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – 68 с.

6. РМГ 74-2004 «Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений». Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 2 марта 2005 г. N 35-ст межгосударственные рекомендации РМГ 74-2004 введены в действие непосредственно в качестве рекомендаций по метрологии Российской Федерации с 1 марта 2005 г.

## ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛИНЕЙНЫХ НЕПРЕРЫВНЫХ СИСТЕМ С ПОСТОЯННЫМ ЗАПАЗДЫВАНИЕМ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ГРАФОВ

*Убайдуллаева Шахноз Рахимджановна, к.т.н., доцент  
Бухарский филиал Ташкентского института инженеров ирригации  
и механизации сельского хозяйства, Республика Узбекистан, г.Бухара*

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.

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].

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  $\tau$  в цепи обратной связи (рис.1,а) можно описать дифференциально-разностным уравнением  $n$ -го порядка в виде

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

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,

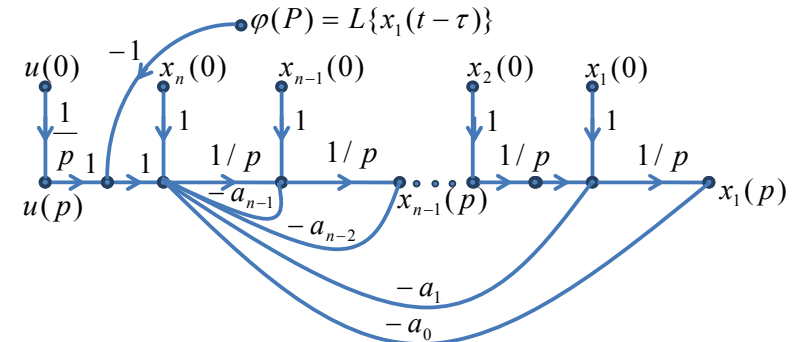


Рисунок 1

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.



**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  $\frac{dx}{dt} + x = 0$ , следующую  $x_h = C_2 e^{-(t-\tau)}$ . 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-