

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

---

# **МОДЕЛИРОВАНИЕ И СИТУАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

Молодежная секция

Сборник докладов

11 – 15 апреля 2016 г.

Санкт-Петербург  
2016

УДК 001(042.3)  
ББК 72я43  
М74

М74 Моделирование и ситуационное управление качеством сложных систем (Молодежная секция): сб. докл.: – СПб.: ГУАП, 2016. – 126 с.: ил.  
ISBN 978-5-8088-1144-7

Доклады отражают весь спектр направлений научных работ, проводимых Институтом инноватики и базовой магистерской подготовки ГУАП.

#### Оргкомитет конференции

- Ю. А. Антохина* – доктор экономических наук, доцент, ректор ГУАП  
*А. А. Оводенко* – доктор технических наук, профессор, президент ГУАП  
*Е. Г. Семенова* – доктор технических наук, профессор, директор Института инноватики и базовой магистерской подготовки  
*А. О. Смирнов* – доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой высшей математики и механики  
*В. Г. Фарафонов* – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики  
*И. И. Коваленко* – кандидат физико-математических наук, доцент, и. о. заведующего кафедрой физики  
*В. В. Окрепилов* – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности

УДК 621.8

**Е. В. Алексеенко**

магистрант кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**Р. И. Сольницев**

д-р техн. наук, проф. – научный руководитель

**Г. И. Коршунов**

д-р техн. наук, проф. – научный руководитель

## АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КАТАЛИЗАТОРА ВЫХЛОПНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ МЕТОДОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ

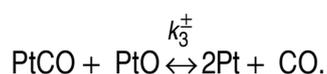
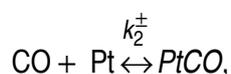
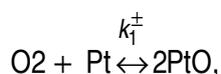
В работе обоснована актуальность преодоления проблемы загрязнения окружающей среды выхлопными газами автомобилей. Решение этой проблемы в работах [2, 3] предложено путем создания замкнутой системы управления нейтрализацией выхлопных газов автомобиля (ЗСУНВГА) [1].

В развитие этих работ в данной статье рассматривается одна из важных задач проектирования ЗСУНВГА – анализ динамики каталитического процесса на основе математического моделирования.

Целью такого анализа является определение зависимости вредных выбросов в выхлопных газах автомобиля от изменения температуры в катализаторе и времени минимизации вредных выбросов до установленной ГОСТ нормы [4].

Далее изложение материала статьи проводится только по основной составляющей вредных выбросов – окиси углерода CO.

Кинетика каталитического процесса, как химической реакции на платиновом катализаторе [5] показана в уравнениях:



Пользуясь основным постулатом химической кинетики (законом действующих масс), запишем дифференциальные уравнения для суммарных скоростей изменения концентраций исходных и промежуточных веществ, а также продуктов реакции:

$$\frac{dX_{O_2}}{dt} = -k_1 X_{O_2} Q_{Pt} + k_{-1} Q_{PtO}^2, \quad (1)$$

$$\frac{dQ_{Pt}}{dt} = -k_1 X_{O_2} Q_{Pt} + k_{-1} Q_{PtO}^2 - k_2 X_{CO} Q_{Pt} + k_{-2} Q_{PtCO} + k_3 Q_{PtCO} Q_{PtO}, \quad (2)$$

$$\frac{dQ_{PtO}}{dt} = k_1 X_{O_2} Q_{Pt} - k_{-1} Q_{PtO}^2 - k_3 Q_{PtCO} Q_{PtO}, \quad (3)$$

$$\frac{dX_{CO}}{dt} = -k_2 X_{CO} Q_{Pt} + k_{-2} Q_{PtCO}, \quad (4)$$

$$\frac{dQ_{PtCO}}{dt} = k_2 X_{CO} Q_{Pt} - k_{-2} Q_{PtCO} - k_3 Q_{PtCO} Q_{PtO}, \quad (5)$$

$$\frac{dX_{CO_2}}{dt} = k_3 Q_{PtCO} Q_{PtO}. \quad (6)$$

где  $X_{O_2}$ ,  $X_{CO}$ ,  $X_{CO_2}$  – молярная концентрация  $O_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ , моль/м<sup>3</sup>;  $Q_{Pt}$ ,  $Q_{PtO}$ ,  $Q_{PtCO}$  – поверхностная концентрация Pt, PtO, PtCO, моль/м<sup>2</sup>;  $k_1$  – коэффициенты скорости прямой реакции второго порядка для поверхностной среды, м<sup>2</sup>/моль\*с;  $k_{-1}$  – коэффициенты скорости обратной реакции второго порядка для поверхностной среды, м<sup>2</sup>/моль\*с;  $k_1''$  – коэффициенты скорости прямой реакции второго порядка для газовой среды, м<sup>3</sup>/моль\*с;  $k_2$  – коэффициенты скорости прямой реакции второго порядка для газовой среды, м<sup>3</sup>/моль\*с;  $k_{-2}$  – коэффициенты скорости обратной реакции первого порядка, 1/с;  $k_3$  – коэффициенты скорости прямой реакции третьего порядка для поверхностной среды, м<sup>2</sup>/моль<sup>2</sup>\*с;  $k_3''$  – коэффициенты скорости прямой реакции второго порядка для поверхностной среды, м<sup>2</sup>/моль\*с. Эти коэффициенты зависят от температуры по закону Аррениуса [6]:

$$K = A \cdot e^{-\frac{E}{R \cdot T}} \quad (7)$$

где K – коэффициент скорости реакции; A – масштабный множитель; E – энергия активации; R – универсальная газовая постоянная, равная 8,3 Дж/моль\*К; T – температура, К.

Решение системы дифференциальных уравнений (1)–(6) с начальными условиями  $X_{O_2}(0), Q_{Pt}(0), Q_{PtO}(0), X_{CO}(0), Q_{PtCO}(0), X_{CO_2}(0)$  в первом приближении проводится с замороженными коэффициентами при дискретных значениях T. Дискретные значения температуры выбираются в рабочем диапазоне температур работы катализатора  $200^\circ\text{C} < T < 700^\circ\text{C}$ .

Изменения температуры в катализаторе со временем известны из экспериментальных данных [7]. На рис. 1 показаны эти зависимости для катализаторов без электроподогрева.



Рис. 1. Изменение температуры выхлопных газов до и после катализатора с течением времени

Решение системы (1)–(6) проводилось в среде Matlab. Алгоритм решения этой системы дифференциальных уравнений представлен ниже.

```
function kinetics
tm=210;
ti=[0, 210];
Ti=[973,973];
function [k1p,k1m,k2p,k2m,k3p]=coeffs(T)
k1p=0.2e6;
k2p=0.45e6;
RT=8.3*T;
k1m=0.16e3*exp(-2.1e5/RT);
k2m=1e3*exp(-1.46e5/RT);
k3p=0.4e4*exp(-4.6e4/RT);
end
```

```

function u0=init
    u0=[1.098;
        0.4034;
        0;
        0;
        0;
        0.051];
end
function dudt=odef(t,u)
    T=interp1(ti,Ti,t);
    [k1p,k1m,k2p,k2m,k3p]=coeffs(T);
    a=u(1); b=u(2); c=u(3); x=u(4); y=u(5); z=u(6);
    dudt=[-k1p*a*z+k1m*x^2;...
        -k2p*b*z+k2m*y;...
        k3p*x*y; ...
        k1p*a*z-k1m*x^2-k3p*x*y; ...
        k2p*b*z-k2m*y-k3p*x*y; ...
        -k1p*a*z+k1m*x^2
        k2p*b*z+k2m*y+k3p*x*y];
end
    
```

Путем решения системы дифференциальных уравнений (1)–(6) получены зависимости изменения концентрации продуктов реакции от времени при дискретных значениях  $T$  с заданным шагом.

Изменяя температуру катализатора с дискретностью  $50^\circ\text{C}$  можно наблюдать изменение концентрации угарного газа  $\text{CO}^*$ , оставшегося после превращения  $\text{CO}$  в  $\text{CO}_2$  (на выходе катализатора), от температуры и времени.

Результаты решения системы дифференциальных уравнений двух значений  $T$  представлены на рис. 2, 3.

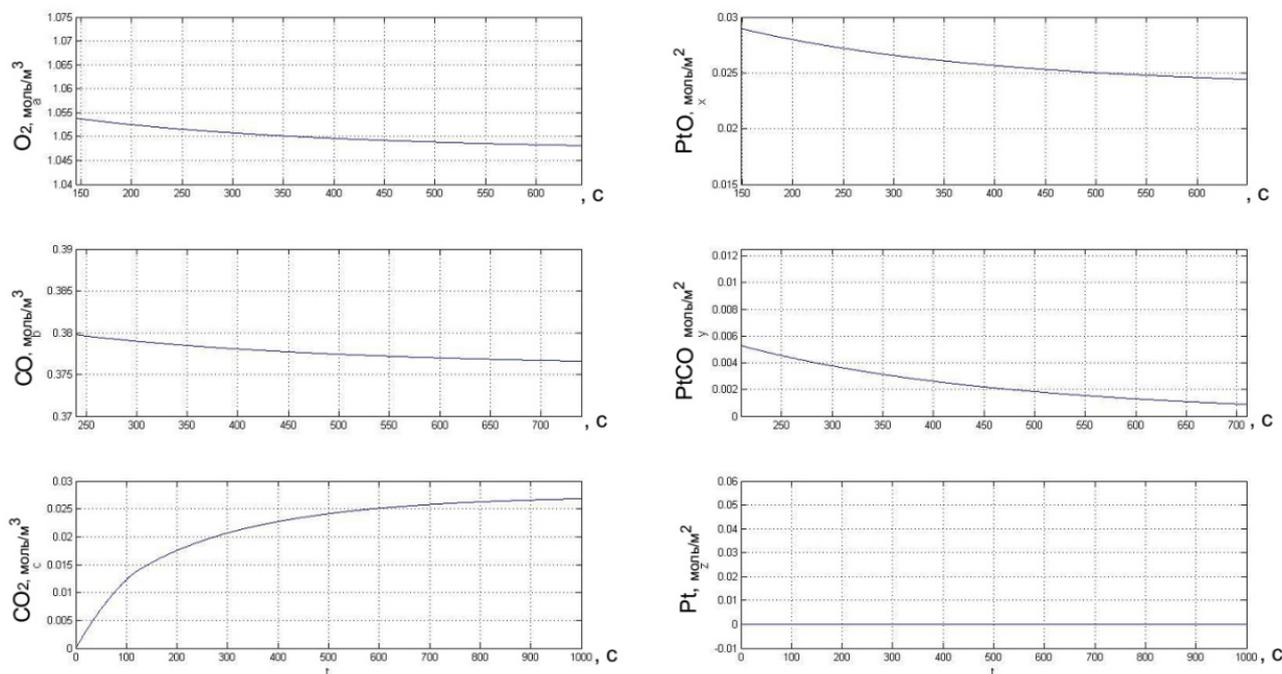


Рис. 2. Изменение концентрации  $\text{O}_2$ ,  $\text{Pt}$ ,  $\text{PtO}$ ,  $\text{PtCO}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$  при фиксированной температуре в катализаторе  $300^\circ\text{C}$

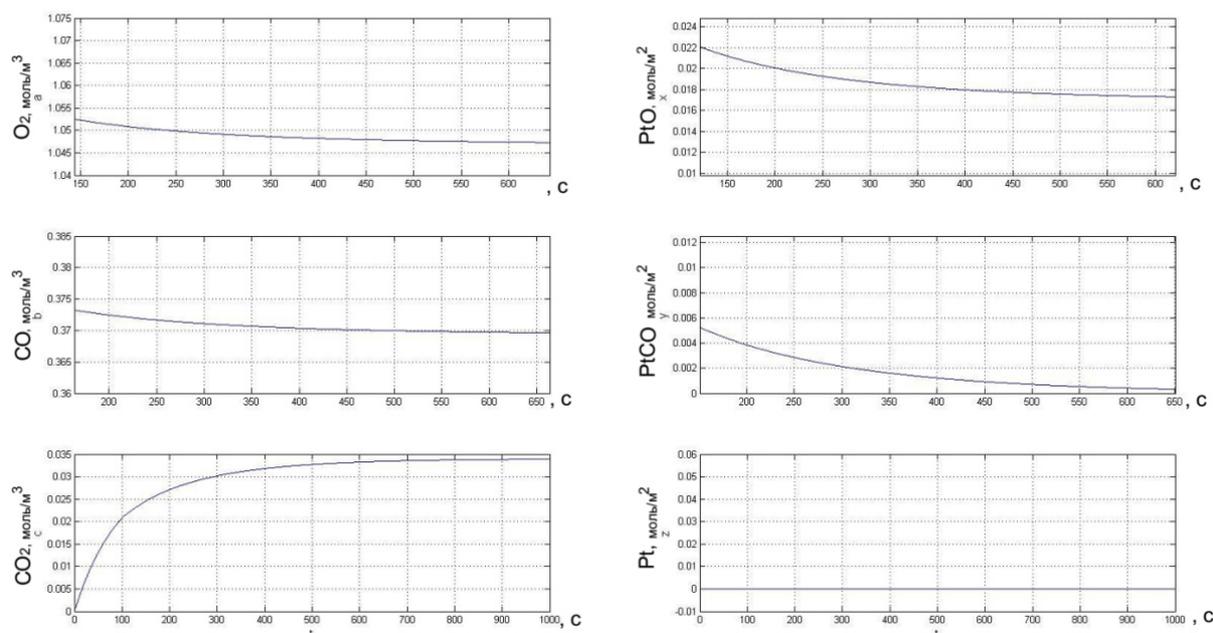


Рис. 3. Изменение концентрации O<sub>2</sub>, Pt, PtO, PtCO, CO, CO<sub>2</sub> при фиксированной температуре в катализаторе 350 °С

Как следует из графического решения системы концентрация CO уменьшается, а CO<sub>2</sub> увеличивается с ростом температуры.

На основе графиков для фиксированных T с шагом 50°С в результате проводится анализ изменения времени t, соответствующего выходу CO, CO<sub>2</sub> в заданный ПДК коридору.

В результате решения системы была проанализирована динамика изменения концентраций CO, CO<sub>2</sub> и др. при фиксированной температуре выхлопных газов с течением времени. Выявлено не только повышение эффективности работы катализатора с ростом температуры, но и требуемый температурный режим для выхода концентраций CO, CO<sub>2</sub> в заданный нормативный коридор за минимальное время.

Полученные результаты подтверждают эффективность предложенного в [2, 3] способа нейтрализации вредных выхлопных газов автомобиля путем установки ЗСУНВГА, как системы автоматического регулирования.

### Библиографический список

1. Сольнищев Р. И., Коршунов Г. И. Системы управления «природа — техногенка». СПб: Политехника, 2012. 205 с.: ил.
2. Сольнищев Р. И., Г. И. Коршунов. Пат. 2012145342/06 РФ МПК-F01N 3/28. Каталитический нейтрализатор вредных выбросов автомобиля в атмосферу. № 2511776; заявл. 24.10.2012; опубл. 10.04.2014, Бюл. № 10.
3. Замкнутая система управления нейтрализацией отработавших газов автомобилей / Сольнищев Р.И., Коршунов Г.И., Баранова О.В. // Информационно-управляющие системы. 2015. №2
4. ГН 2.1.6.695-98. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест
5. Яблонский Г. С., Быков В. И., Елохин В. И. Кинетика модельных реакций гетерогенного катализа. Новосибирск: Наука, 1984.
6. Семюхин И. А., Страхов Б. В., Осипов А. И. Кинетика химических реакций: учеб. пособие. М.; Изд-во МГУ 1995. 351 с: ил.
7. Система мониторинга параметров движущегося автомобиля / Р. В. Кузь // Термоэлектричество. 2012. № 4. С. 93-98.

УДК 658.25

**Н. О. Баринов**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. Ю. Гулевитский**

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

## ВНЕДРЕНИЕ ОБЛАЧНОГО ПРОСТРАНСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ

«Постоянное улучшение» – один из принципов системы менеджмента качества. Этот принцип предусматривает выявление несоответствий с целью их последующих исправлений посредством улучшения качества работы системы.

Его суть заключается не только в улучшении качества производимой продукции. К этому понятию так же относится совершенствование рабочего процесса и управленческих решений, которые возможны на основании внедрения организационных инноваций.

Совершенствования организационно-управленческих решений на основе организационных инноваций, включают в себя:

- введение измененных организационных структур;
- применение новых технических средств в управлении;
- внедрение новых систем поддержки управленческих решений.

В связи с тем, что изменение организационной структуры предприятия является сложным процессом, в статье будет рассмотрено одно из передовых управленческих решений такое, как использование облачных технологий.

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что в соответствии с Концепцией долгосрочного социально-экономического развития страны до 2020 г., государство заинтересовано во внедрении инновационных организационно-управленческих решений в российские компании с целью повышения конкурентоспособности.

Объектом исследования является предприятие информационной отрасли ЗАО «МАЯК».

Предметом исследования является технология внедрения облачного пространства в документооборот предприятия для оптимизации внутренних процессов.

Целью работы является повышение экономического потенциала предприятия ЗАО «МАЯК» путем внедрения организационно-управленческой инновации.

На рис. 1 отображена методика внедрения облачной технологии на предприятии ЗАО «МАЯК».

Первый этап – подготовительный. Включает в себя:

- 1) описание предприятия:
  - общая информация о деятельности предприятия;
  - направления деятельности;
  - организационная структура;
- 2) выбор провайдера;
- 3) подготовка технического задания и его утверждение.

Техническое задание должно описывать:

- наименование – полное и краткое названия облака;
- назначение – для чего и с какой целью внедряется облако;
- функции – перечень и описание функций разрабатываемого облака;
- пользовательский интерфейс;
- надежность, безопасность, условия эксплуатации;
- документация – какая документация, в каком объеме и в соответствии с какими требованиями

ГОСТ будет разработана;

- стадии и этапы разработки;
- порядок контроля и приемки разработанного облака заказчиком.

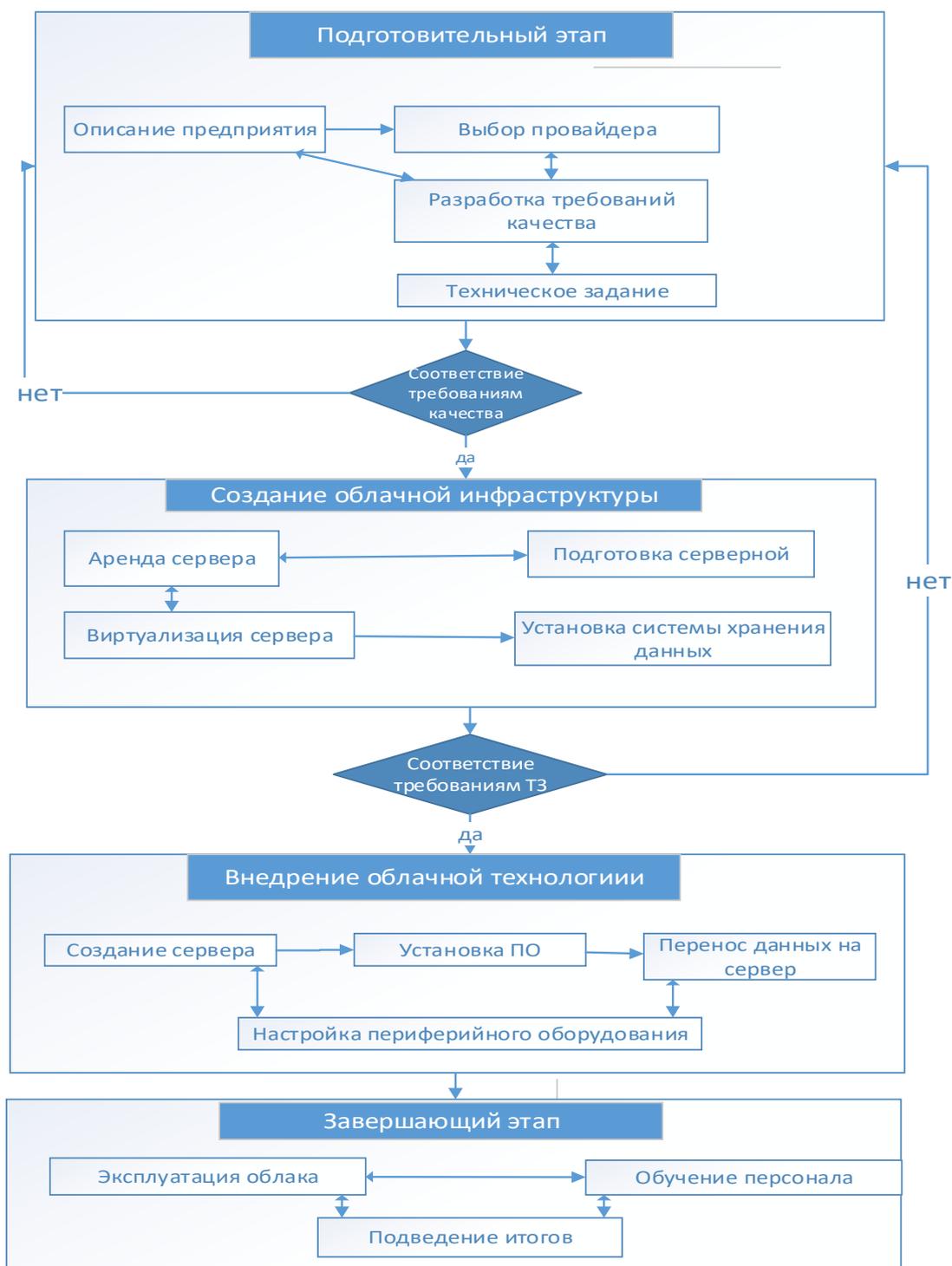


Рис. 1. Методика внедрения облачной технологии на предприятии

Вторым этапом является создание облачной инфраструктуры, основные положения которого перечислены ниже.

1. Аренда и настройка сервера.

Сервер – это специальное компьютерное оборудование, выделенное или специализированное для поддержки функционирования IT сервисов.

Основные отличия сервера от настольного компьютера:

- надежность компонент;
- резервирование (важные узлы дублируются);
- горячая замена (замена вышедших из строя узлов без остановки сервера);
- форм-фактор (типоразмер, пригодный для установки в серверный шкаф);

- большее число процессоров, большее количество слотов памяти;
- поддержка большего числа дисков (8–24 шт.);
- повышенная надежность за счет RAID.

## 2. Подготовка помещения, где будет находиться этот сервер – серверная.

Серверная – это помещение, в котором специально создаются и поддерживаются условия для размещения и функционирования серверов и сетевого оборудования

Серверная должна обеспечивать:

- бесперебойное электропитание (для этого будут использоваться источники бесперебойного питания);
- охлаждение (за счет кондиционеров);
- каналы связи (интернет);
- наличие системы пожаротушения.

## 3. Виртуализация сервера.

Виртуализация – это предоставление вычислительных ресурсов, абстрагированное от аппаратной реализации, т. е. серверов. При этом должна обеспечиваться логическая изоляция вычислительных процессов, выполняемых на одном физическом сервере.

Виртуализация дает следующие основные преимущества:

- позволяет на одном физическом сервере запустить множество виртуальных серверов;
- увеличивается эффективность использования процессора и оперативной памяти;
- если физический сервер ломается, то виртуальная машина автоматически запускается на другом, запасном физическом сервере.

Внедрение виртуализации помогает сократить эксплуатационные расходы за счет консолидации серверов и автоматизации деятельности по управлению ими [1].

## 4. Установка системы хранения данных.

Система хранения данных – это комплекс оборудования, который позволяет консолидировать в рамках одной системы все дисковое пространство. За счет этого появляется возможность более эффективного его использовать.

При использовании системы хранения данных нет необходимости иметь жесткие диски в каждом сервере. Наличие системы хранения данных является обязательным условием для нормальной работы функции высокой доступности виртуальных серверов.

Третий этап – непосредственное внедрение облака:

- создается сервер, согласно потребностям и на необходимое количество рабочих мест;
- устанавливается необходимое для работы ПО;
- переносятся на сервер данные, которые будут необходимы в облаке;
- настраивается периферийное оборудование (принтеры, сканеры, банк клиенты и т.д.).

Четвертый этап – завершающий:

- опытная эксплуатация облака;
- обучение персонала;
- подведение итогов.

### **Расчет экономической эффективности**

Ожидаемый прирост прибыли обуславливается снижением стоимости обработки и хранения информации в ЦОД, реализующих режим облачных технологий, по сравнению с традиционной обработкой. Это обуславливается рядом факторов:

- многократное увеличение объема вычислительной работы в расчете на одного сотрудника;
- существенное повышение коэффициента загрузки оборудования;
- большая равномерность нагрузки;
- выше отказоустойчивость и живучесть.

Большие объемы вычислительной нагрузки на ЦОД позволяют существенно снизить долю заработной платы сотрудников в себестоимости единицы вычислительной работы. Повышение загрузки оборудования, гибкая система управления нагрузкой, виртуализация вычислений в сочетании с масштабируемостью систем позволяют максимально эффективно использовать оборудование.

Отказоустойчивость и живучесть ЦОД обеспечивается за счет использования отказоустойчивых адаптивных распределенных систем. В специализированных центрах обработки данных больше возможностей комплектования высококлассными специалистами. Отказоустойчивость и высокая квалификация сотрудников позволяют минимизировать риски, связанные с отказами, стихийными бедствиями, техногенными авариями и с человеческим фактором.

Срок окупаемости проекта определяется по формуле:

$$T = \frac{K}{\Pi} \quad (1)$$

где  $K$  – капитальные вложения;  $\Pi$  – месячная прибыль.

Расчет экономической эффективности на 6 месяцев может быть выполнен по формуле чистой приведенной стоимости:

$$NPV = \sum_k \frac{P_k}{(1+r)^k} \quad (2)$$

где  $NPV$  – чистая приведенная стоимость;  $P_k$  – чистый денежный поток за время  $t$ ;  $r$  – ставка дисконтирования;  $t$  – период.

Можно рассчитать индекс рентабельности инвестиций:

$$PI = \sum_k \frac{P_k}{(1+r)^k} / IC \quad (3)$$

где  $IC$  – затраты на проект;  $PI$  – индекс рентабельности инвестиций.

Облачное пространство представляет собой виртуализацию серверов предприятия ЗАО «Маяк», благодаря чему усовершенствуется технический процесс хранения информации и документооборот.

Рассматривая облачную технологию, как организационно-управленческую инновацию по трем признакам инновации:

– новизна. (с точки зрения новизны облачная технология модернизирует работу с информацией на предприятии);

– актуальность. (в связи с активным развитием ИТ технологий в России, увеличением количества информации и необходимости ее структурирования, необходимо осуществлять внедрения облачных технологий);

– коммерциализация (прибыль появляется путем снижения затрат на содержание и обеспечение физических серверов).

Подводя итоги, можно сказать, что облачные технологии являются эволюционным развитием ИТ-индустрии в целом. Поскольку, облачные вычисления могут предоставить организациям средства и методы повышения эффективности управления бизнесом. Глядя на неоспоримые преимущества таких технологий, можно смело предположить, что в ближайшем будущем так называемое «облако» станет основой ИТ-инфраструктуры большинства компаний.

### Библиографический список

1. Кожевников Д.Д. Условия внедрения облачных вычислений в средний бизнес [Электронный ресурс] // Студенческий научный форум. 2013. Режим доступа – <http://www.scienceforum.ru/2013/147/6000>.
2. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года // Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 N 1662-р (ред. От 08.08.2009), издание «Собрание законодательства РФ», 24.11.2008. N 47. С.5489.

УДК 543.275.3

**В. С. Быценко**студент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий  
и промышленной безопасности**В. В. Румянцев**

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

## МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ АЭРОЗОЛЕЙ И ИХ ПОГРЕШНОСТИ

Изучение содержания аэрозольных частиц в газах проводится уже в течение длительного времени. В основном к образованию частиц, загрязняющих атмосферу, приводят такие процессы, как процессы горения на ТЭЦ, мусоросжигательных заводах, при производстве цемента, черных и цветных металлов. Такие частицы могут в себе содержать еще и опасные вещества, например, мышьяк, тяжелые металлы. До 20% твердых взвешенных частиц составляют сульфаты. Их выброс приводит к повышению смертности среди хронических больных и ухудшению переносимости респираторных заболеваний. Также огромную долю в загрязнении воздуха составляют производства, где в качестве сырья используют порошки, сыпучие материалы. Поэтому важность контроля загрязненности воздуха очевидна. Многообразие методов исследования объясняется сложностью проблемы измерения концентрации дисперсной фазы аэрозоля, так как размер, химический состав и физические свойства частиц крайне разнообразны, а сами аэродисперсные системы неустойчивы. Электризация частиц, седиментация крупных частиц, адгезия, аутогезия – эти и еще огромное количество явлений вносят в процесс измерений дополнительные погрешности. Поэтому проблемы метрологического обеспечения инструментальных измерений характеристик аэродисперсных систем являются актуальными на данный момент.

Аэрозоль – сложная аэродисперсная система, состоящая из дисперсионной среды (газы) и дисперсной фазы (механические частицы вещества).

Классификация аэрозолей представлена на рис. 1 [1].

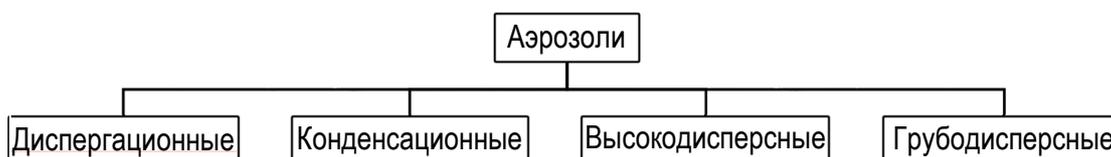


Рис. 1. Классификация аэрозолей

Аэрозоли, размеры частиц дисперсной фазы которых составляют от одного до сотых долей микрона, называются высокодисперсными, больше 5 мкм – грубодисперсными.

Исчерпывающими характеристиками дисперсной фазы являются ее массовая, счетная концентрации и фракционный состав. Аэрозоли с твердой дисперсной фазой в подавляющем большинстве случаев имеют неправильную форму частиц. По общепринятой методике, в этом случае, за размер частицы принимают диаметр сферы  $2r$ , эквивалентной реальной частице либо по поверхности, либо по массе, либо по светорассеянию и т.п., в зависимости от способа измерения.

На основании проведенного обзора существующих в настоящее время методов и приборов измерения, указанных выше характеристик дисперсной фазы, можно сделать вывод, что создать первичный измерительный преобразователь контроля чистоты газов, удовлетворяющий всем требованиям можно лишь на основе какого-либо косвенного метода измерения. Одним из таких методов является электроиндукционный метод, основанный на зарядке аэрозольных частиц в поле коронного разряда и последующем измерении заряда частицы. Выбранный электроиндукционный метод относится к методам без предварительного осаждения дисперсной фазы.

Схема электроиндукционного метода измерения размеров и счетной концентрации частиц представлена на рис. 2.

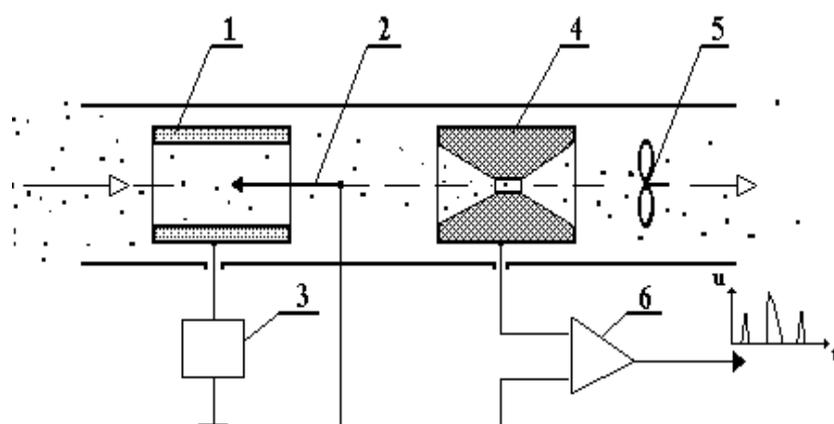


Рис. 2. Схема электроиндукционного метода измерения размеров и счетной концентрации частиц

Сущность метода заключается в следующем: исследуемый поток аэрозоля, создаваемый побудителем расхода 5, проходит последовательно через зарядную камеру 1, в которой приобретает электрический заряд знака потенциала коронирующего электрода 2, и далее через измерительную камеру 4. Аэрозольные частицы заряжаются в электрическом поле постоянного коронного разряда, осуществляемого между электродами малогабаритной зарядной камеры 1, напряжение на электроды которой вырабатывает высоковольтный модулятор 3. Пролетая через измерительную камеру, заряженная частица индуцирует на ее электроде заряд, который на входном сопротивлении измерительного усилителя 6 создает напряжение, амплитуда которого, будет пропорциональна размеру частицы [2].

Методическая погрешность счетной концентрации возникает на двух этапах: при зарядке частиц и при измерении зарядов. Но принципиально неустранимой погрешностью в электроиндукционных преобразователях является погрешность, обусловленная совпадением частиц в измерительной камере. При малых концентрациях, когда вероятностью нахождения в измерительном объеме двух и более частиц одновременно можно пренебречь, данные о количестве и размере зарегистрированных частиц не вызывают вопросов. Но при увеличении концентрации дисперсной фазы аэрозоля увеличивается и вероятность совпадения нескольких частиц, которые будут зарегистрированы как одна, но большего размера. Это приводит к погрешностям в определении не только количества аэрозольных частиц, но и спектра их размеров. В связи с этим диапазон регистрируемых концентраций сверху ограничен значением  $N_{\max}$ , при котором относительная погрешность счета частиц  $\delta N$  не должна превышать 5%.

Схема метода измерения массовой концентрации представлена на рис. 3, а сущность метода такова: поток аэрозольных частиц периодически заряжается в поле импульсного коронного разряда, далее, измеряется наведенное заряженными частицами напряжение, амплитуда которого и будет пропорциональна массовой концентрации дисперсной фазы аэрозоля [3].

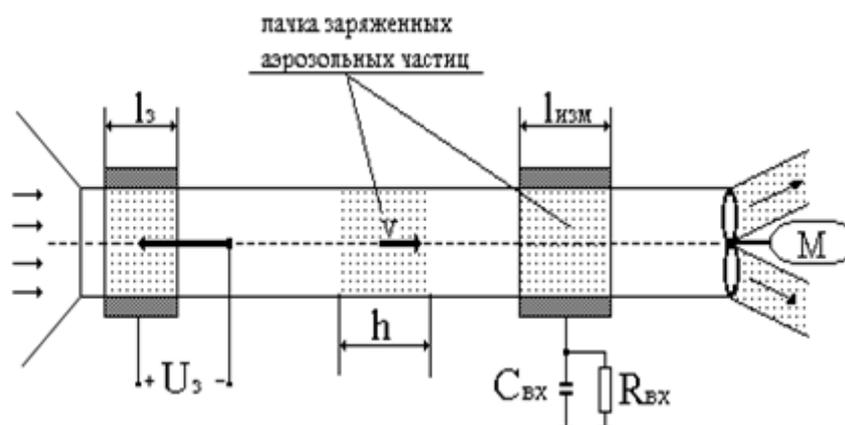


Рис. 3. Схема электроиндукционного метода измерения массовой концентрации частиц

Основная погрешность при измерении массовой концентрации частиц обуславливается изменением параметров дисперсной фазы во времени, так как градуировка датчика осуществляется по аэрозолю с определенными характеристиками. На показания датчика влияет изменение физических свойств и дисперсного состава частиц исследуемого аэрозоля.

Также погрешность возникает, когда объемная и счетная концентрации меняются, а массовая остается постоянной. Тогда одно и то же показание датчика будет соответствовать различным массовым концентрациям частиц.

Результат расчета погрешности измерения массовой концентрации частиц представлен на рис. 4. Суммарная погрешность при измерении может достигать значительной величины, поэтому при работе на неизвестном аэрозоле или в условиях, когда с течением времени могут изменяться характеристики исследуемого аэрозоля, необходимо проводить перед измерением предварительную градуировку датчика по методике с помощью фильтров АФА-В-10. В этом случае погрешность датчика определяется погрешностью метода градуировки и составляет 20%.

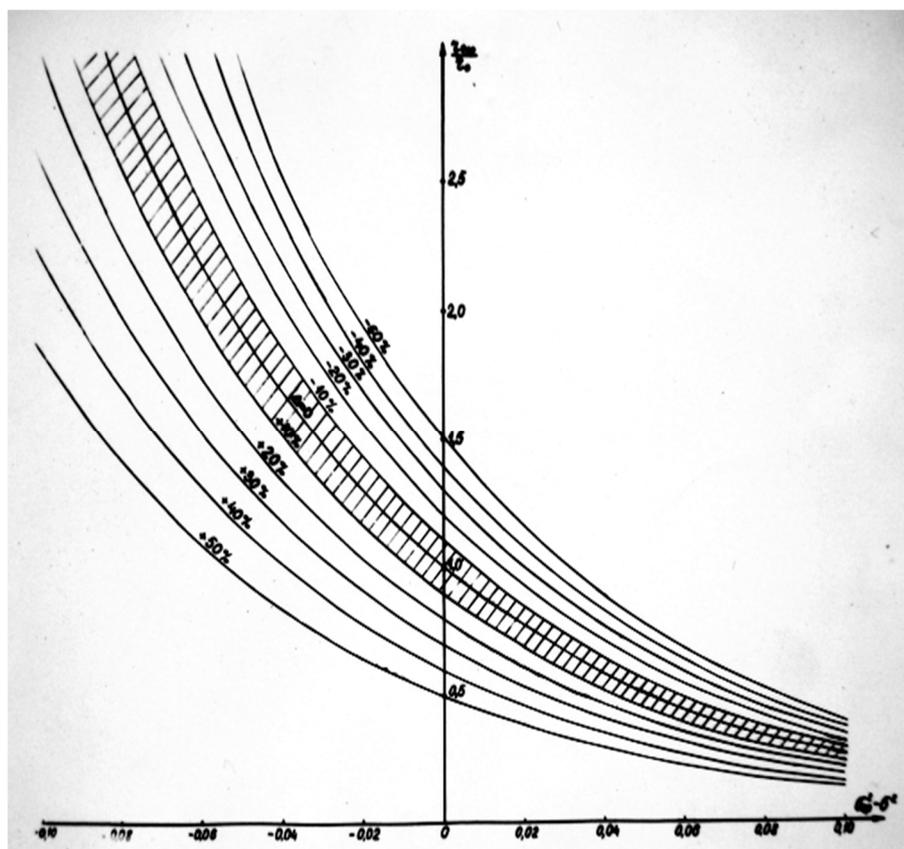


Рис. 4. Погрешность измерения массовой концентрации дисперсной фазы аэрозоля

#### Библиографический список

1. Классификация аэрозолей [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://ecology-portal.ru/publ/ekologicheskaya-zaschita-i-ohrana-okruzhayuschey-s/502537-klassifikaciya-ayerozolej> (Дата обращения: 01.06.2016).
2. А.С. 523333, МКИ G 01 N 15/00. "Устройство для непрерывного измерения запыленности газов". Б.Ю.Кольцов, Б.И.Попов, В.В.Румянцев, В.И.Турубаров. Заявлено 26.03.75. Опубл. БИ № 28, 1976 г.
3. Пылемеры. Счетчики частиц. Измерители пыли [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://medwest.ru/catalog/14/903> (Дата обращения: 01.06.2016).

УДК 621.165

**В. С. Быценко**студент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий  
и промышленной безопасности**А. Г. Варехов**

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

### СИСТЕМА ПЕРСОНАЛЬНОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ВИБРОДИАГНОСТИКИ COMRACS-MICRO

В наше время вопрос вибродиагностики на производстве стоит очень остро. Малейшие превышения нормы могут привести к разрушению опор агрегата и его самого, а затем к денежным затратам на ремонт и восстановление и, что еще хуже, к травмам. Поэтому сейчас разрабатывается огромное количество вибродиагностических датчиков, систем и приборов.

Рассмотрим систему Comracs-micro. Она состоит из виброанализатора 8710 с комплектом датчиков (вибрации, оборотов, встроенного датчика температуры), ПО Comracs-micro и персональной диагностической станции (ПДС), которой может быть персональный компьютер, ноутбук либо планшет.

Ее основными преимуществами являются:

- работа в режиме реального времени;
- автоматическая диагностика параметров вибрации, частоты вращения вала и температуры;
- технология автоматического распознавания точек – ТАРТИ;
- сохранение данных на карту памяти micro-SD;
- анализ сигналов в диапазоне от 2 до 12560 Гц, с количеством линий в спектре до 32768, с разрешением по частоте в 0,01 Гц;
- передача данных между виброанализатором и ПДС при помощи Wi-Fi;
- взрывозащищенное исполнение по классу 0ExialICT3.

Данная система вибродиагностики имеет два режима работы: автономный (без ПДС) и совместный (с ПДС). В автономном режиме контроль и измерение параметров проводятся с помощью виброанализатора 8710. Он измеряет виброускорение, виброскорость, виброперемещение, температуру, частоту вращения и отражает техническое состояние оборудования на дисплее. Также при помощи виброанализатора можно провести одиночное измерение параметра вибрации, а точку измерения можно задать либо вручную, либо при помощи технологии автоматического распознавания точек. После каждого измерения можно провести спектральный анализ полученного сигнала. В режиме работы диагностики по стандартам виброанализатор выдает на экран сообщения о состоянии оборудования, подсвечивая соответствующим цветом диагностические признаки (зеленый – норма, желтый – требует вмешательства, красный – недопустимое состояние). В совместном режиме управление системой Comracs-micro осуществляется ПДС. Ее ПО имеет пять основных режимов работы:

- МОНИТОР: вывод сообщений о результатах автоматической диагностики;
- ТРЕНД: временное представление измеренных данных в виде трендов (можно вывести измеренные значения за последние 2 часа, за 4 и 40 суток, за год, за 9 лет и в реальном времени);
- АНАЛИЗ: анализ временных и спектральных характеристик сигналов;
- БАЛАНСИРОВКА: динамическая балансировка роторов насосов в сборе;
- ИЗМЕРЕНИЕ: непосредственно измерение параметров вибрации.

Технические характеристики виброанализатора 8710 и системы Comracs-micro можно увидеть в табл. 1<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Персональная система автоматической вибродиагностики Comracs-micro [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.dynamics.ru/products/comracs-micro> (Дата обращения: 29.05.2016).

## Технические характеристики вибронализатора 8710 и системы Compac-micro

Технические характеристики вибронализатора 8710	
Частотный диапазон измерения СКЗ параметров вибрации:	
для виброускорения, Гц	2...10000
для виброскорости, Гц	2...1000
для виброперемещения, Гц	2...200
Амплитудный диапазон измерения СКЗ параметров вибрации:	
для виброускорения, м/с <sup>2</sup>	1...100
для виброскорости, мм/с	1...100
для виброперемещения, мкм	1...1000
Возможность выбора частоты дискретизации из ряда, Гц	200...32000 с шагом 0,001 от частоты дискретизации, но не менее 1 Гц
Диапазон измерения частоты вращения вала, об/мин	30...12000
Диапазон измерения температуры, °С	-70...+380
Балансировка вала в собственных подшипниках	По одной плоскости
Максимальное число отсчетов во временной реализации	16384
Накопленное количество результатов измерений при максимальном размере временной реализации, не менее	6*10 <sup>4</sup>
Максимальное число линий в спектре	8192
Диапазон рабочих температур, °С	-20...+60
Время непрерывной работы, ч, не менее	12
Габаритные размеры, мм, не более	68x144x24
Размеры сенсорного экрана, мм (пиксели)	46x59 (240x320)
Масса, кг, не более	0,3
Технические характеристики системы Compac-micro	
Накопленное количество результатов измерений, сигналов и значений параметров не менее (ограничено объемом жесткого диска)	10 <sup>6</sup>
Максимальное число линий в спектре	32768
Максимальное частотное разрешение линий в спектре, Гц	0,01
Обработка сигналов в режиме «АНАЛИЗ»	Фильтрация, интегрирование, спектральный анализ, кепстральный анализ, анализ огибающей
Курсор в режиме «АНАЛИЗ»	Гармонический, синхронный, боковых частот, полосовой
Весовые функции спектрального анализа	Прямоугольная, Хамминга, Ханнинга, Наттола
Тренды	Реальное время, 12 часов, 4, 40 суток, 1 год, 9 лет
Балансировка вала в собственных подшипниках	По одной, двум и трем плоскостям
Совместимые ОС	MS Windows XP, MS Windows 7, 8

Данную систему стоит выбрать по нескольким причинам: во-первых, экономически выгодно, т.к. есть огромное количество второстепенного оборудования, оснащение которого стационарными системами диагностики привело бы к значительным расходам; во-вторых, возможность проведения диагностики на месте установки агрегата без его разборки и транспортировки к месту расположения диагностической станции, и, в-третьих, наличие высокой взрывозащищенности, что позволяет использовать систему Compac-micro в помещениях, потенциально подверженных взрывам.

УДК 67.05

**В. Ю. Галём**

студент кафедры аэрокосмических приборов и измерительно-вычислительных комплексов

**С. А. Назаревич**

канд. техн. наук – научный руководитель

### ВАКУУМНО-ДУГОВАЯ ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТАЛЛА

Буксы являются важнейшими элементами ходовых частей вагона, от надежности которых во многом зависит безопасность движения поездов. Буксы воспринимают и передают колесным парам силы тяжести грузеного кузова, а также динамические нагрузки, возникающие при движении вагона.

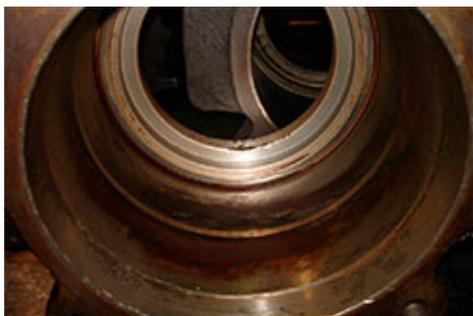
Постановка задачи. Работая в сложных условиях нагрузки и изменяющихся температурных и погодных условий окружающей среды, буксы должны обеспечивать минимальное сопротивление вращению колесных пар. Поэтому к их конструкции, техническому обслуживанию и ремонту предъявляют высокие требования, в особенности при повышении скорости движения поездов. Корпус буксы грузовых вагонов изготавливается из стали или алюминиевого сплава. Масса стального корпуса составляет 45 кг. Основным признаком возможной неисправности буксового узла вагонов является, как правило, повышенный нагрев корпуса буксы. Причинами повышенного нагрева букс являются ненормальная работа роликовых подшипников; заедание в лабиринте вследствие отсутствия зазора между лабиринтной частью корпуса буксы и лабиринтным кольцом; излишнее количество смазки. При полной ревизии букс производят демонтаж букс с роликовыми подшипниками, промывку и дефектоскопию деталей буксового узла, ремонт или замену деталей, измерение радиальных и осевых зазоров, посадочных отверстий и поверхностей корпуса букс.

Практическое решение. Разработка новых методов очистки внутренней поверхности корпуса буксы, обеспечивающих полную очистку от ржавчины, остатков технологической смазки, осуществляющих прецизионную размерную обработку поверхности и способствующих эффективной визуальной и технической дефектоскопии поверхности, способствует повышению безопасности движения поездов на железной дороге. Наиболее существенных результатов удалось добиться в области разработки принципиально новой для железной дороги технологии – технологии вакуумно-дуговой очистки внутренней поверхности корпуса вагонной буксы (рис. 1, а.).

Установка УВД-250 КБ эффективно очищает поверхность буксы, сокращает время процесса, трудо- и энергозатраты, не изменяя геометрических размеров очищаемой поверхности.

Принцип действия. Между очищаемым изделием и электродом зажигается вакуумно-дуговой разряд, который локализуется в катодных пятнах (от единиц до десятков мкм). За счет высокой температуры в катодном пятне (при относительно низкой интегральной температуре поверхности), а также за счет поверхностных напряжений на границе пятна происходит испарение и отслоение поверхностных пленок. Особенность установки вакуумно-дуговой очистки внутренней поверхности корпуса вагонной буксы состоит в том, что роль вакуумной камеры выполняет сама букса (рис.1, б.)

а)



б)

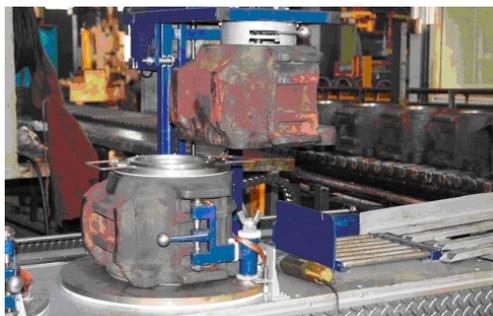


Рис. 1. Очистка внутренней поверхности корпуса вагонной буксы  
а) вагонная букса до очистки; б) установка вакуумно-дуговой очистки



Рис. 2. Экспериментальная модель установки УВД-250 КБ

Установка вакуумно-дуговой очистки корпуса вагонной буксы УВД-250КБ2 рассчитана на очистку двух корпусов букс с внутренним диаметром 250 мм (рис. 2) и предназначена для использования в качестве технологического оборудования в вагонно-ремонтных предприятиях, а также на предприятиях производства новых корпусов вагонных букс (рис. 3). Она позволяет осуществлять очистку внутренней поверхности корпуса буксы дугowym разрядом от различного рода загрязнений, ржавчины, а также фреттинг-коррозии, обеспечивая тем самым продление срока службы корпуса буксы за счет увеличения коррозионной и износостойкости обрабатываемых дугowym разрядом поверхностей (рис. 4).



Рис. 3. Экспериментальная модель установки УВД-250КБ2



Рис. 4. Вагонная буксы после очистки

Характеристики установок УВД-250КБ2 и УВД-250КБ схожи. Главным отличием является то, что в УВД-250КБ2 процесс компьютеризированный, что исключает человеческий фактор (табл. 1). Технические характеристики установок УВД-250КБ2 и УВД-250КБ имеют значительные различия (табл. 2). По данным из таблицы видно, что установка УВД-250КБ2 очищает в два раза больше букс, что является её главным достоинством перед УВД-250КБ.

Таблица 1

**Эксплуатационные характеристики установок УВД-250КБ2 и УВД-250 КБ**

УВД-250КБ2 (новшество)	УВД-250 КБ (конкурент)
Процессом управляет компьютер	Процессом управляет человек
Исключен человеческий фактор	Возможен человеческий фактор
Удобна в обслуживании	Компактна и удобна в обслуживании

Таблица 2

**Технические характеристики установок УВД-250КБ2 и УВД-250 КБ**

Технические характеристики	УВД-250КБ2	УВД-250 КБ
Мощность, кВт	Откачка воздуха – 2, Очистка – 12	Откачка воздуха – 1 Очистка – 6
Время очистки буксы, мин	10	5
Класс электротехнического изделия по способу защиты человека от поражения электрическим током	I	I
Средняя производительность установки, не менее, корпусов/ч	14	10
Потребляемая электрическая мощность, не более, кВт	11	6
Удельная электрическая мощность, потребляемая на очистку одной буксы, не более, кВт	0,5	0,6
Вес установки, кг	1400	700
Габаритные размеры, Д×Ш×В, мм	1778×1086×1692	878×586×850

Для анализа и совершенствования процесса производства установок была составлена диаграмма потока (рис. 5). Диаграмма потока – это графическое изображение основных операций изучаемого процесса, их взаимосвязей и последовательности выполнения. Это эффективное средство изучения разнообразных процессов, производственных, административных. Позволяет всем участникам процесса лучше понять суть, облегчает работу по его улучшению.

С помощью диаграммы потока графически представлен процесс и установлены логические взаимосвязи для всего производства установок. Создание данной установки позволило осуществить вакуумно-дуговую обработку поверхности металла буксы, а также сократить время, трудозатраты и энергозатраты и, что немаловажно, не изменяя при этом ее геометрических размеров. В итоге УВД-250КБ2 целесообразно использовать на предприятиях которые стремятся получить максимально качественный эффект от реализации подобного вида работ.

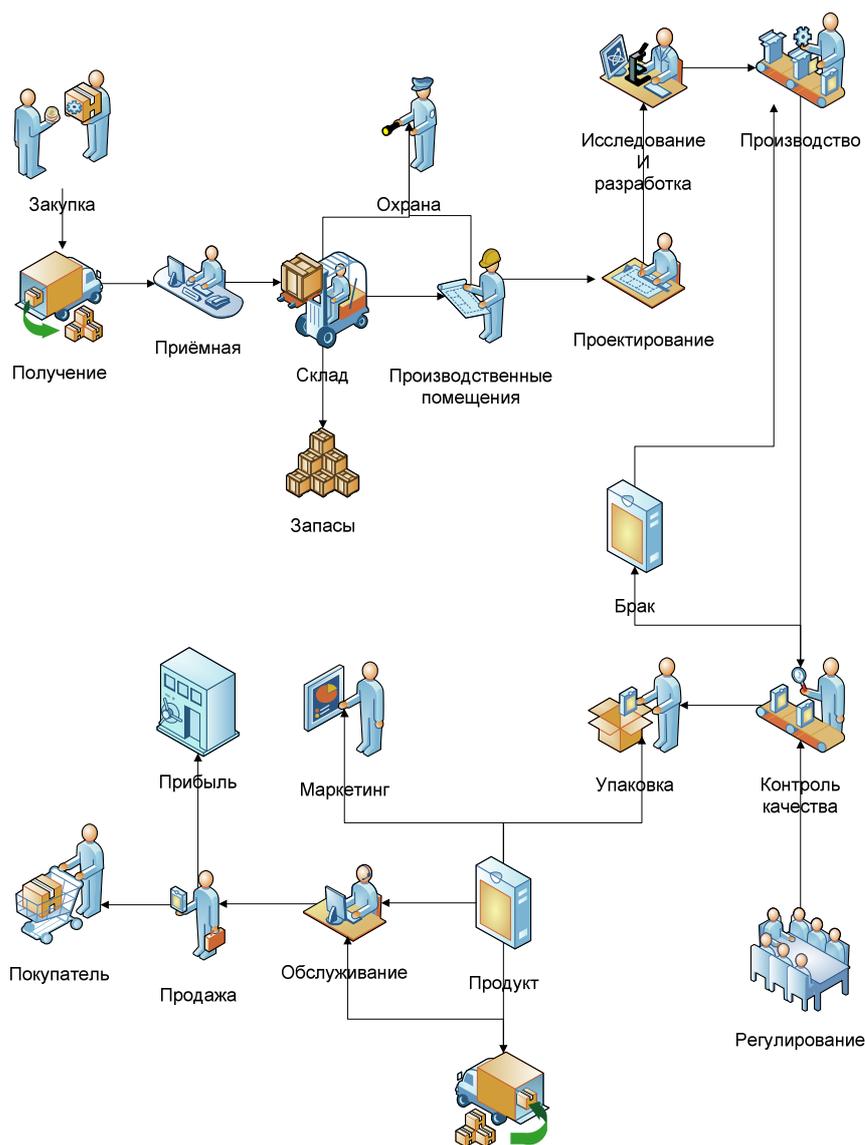


Рис. 5. Диаграмма потока производства установок

### Библиографический список

1. Кузнецов В.Г. Вакуумная электродуговая очистка поверхности металлопроката – новое направление в металлообработке. // Труды 7-й Международной конференции “Пленки и покрытия-2005”, Санкт-Петербург, 2005, с. 57 - 62.
2. Стешенкова Н.А., Шумилов В.П., Кузнецов В.Г., Шалимов А.Г., Соколов О.Г. Оптимизация геометрии и конструкции устройства электродуговой вакуумной очистки рулонного проката. // Вестник технологии судостроения. 2005, № 13, с. 43-50.
3. В.Г. Кузнецов, В.М. Левшаков, О.Г. Соколов, Н.А. Стешенкова. Вакуумно-дуговая очистка поверхности металлической ленты от загрязнений. // Сб. докладов ежегодного научно-технического семинара “Вакуумная техника и технология”, Санкт-Петербург, 2004.

УДК 543.48

**Т. С. Гречко**студент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий  
и промышленной безопасности**А. Г. Варехов**

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

### ИЗМЕРЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ПО СВЕТОРАССЕЯНИЮ

Способы переработки и регенерации масел многочисленны и разнообразны. Но в любом из них существует проблема оценки уровня загрязненности и характера загрязнения, что определяет способ переработки. Эксплуатационные загрязнения приводят к потемнению масел и изменению смазочных свойств, это влечет за собой изменение срока службы автомобильных масел.

Сажистые агрегаты и металлические частицы, наиболее характерные для масел [1], способствуют развитию износа. Изменения, связанные с этим, периодически приводят к необходимости замены масел. Несмотря на то, что существуют некоторые нормы и правила замены, контроль фактического состояния масла представляет большой интерес [2].

В данной работе для измерения загрязненности масел путем светорассеяния в качестве экспериментальных образцов использовали масляную эмульсию, воздействуя ультразвуком частоты 22 кГц на пробу масла в дистиллированной воде.

Измеряемыми параметрами были интенсивности светорассеивания  $I_0$  и  $I_{\pi/2}$ , измеренные по направлению падающего света и под углом  $90^\circ$  к нему, на длине волны  $\lambda=510\text{--}540$  нм, соответствующему максимуму светорассеивания. Степень загрязненности масла определялась отношением величины  $(I_{\pi/2}/I_0) \cdot I_{\pi/2}$  для отработанного масла к аналогичной величине для исходного масла

Светорассеяние дает высокую чувствительность измерения и более широкий диапазон оценок загрязненности масел. Эксперимент показывает, что при измерениях светорассеяния 1000-кратное разбавление загрязненного масла по объему в воде (50 мкл масла на 50 мл воды) увеличивало показатель степени загрязненности  $(I_{\pi/2}/I_0) \cdot I_{\pi/2}$  приблизительно в 50 раз по отношению к исходному маслу. Измеряемый показатель загрязненности  $(I_{\pi/2}/I_0) \cdot I_{\pi/2}$  был сконструирован таким образом, что  $I_{\pi/2}/I_0$  отображает величину асимметрии светорассеивания, а  $I_{\pi/2}$  – абсолютный уровень светорассеивания. При увеличении  $I_{\pi/2}$  загрязненности доля относительно мелких частиц загрязнений в эмульсии увеличивается, а рассеяние становится все более симметричным; следовательно, отношение  $I_{\pi/2}/I_0$  с ростом загрязненности увеличивается.

Угловое распределение рассеянного света (индикатриса) наиболее точно отражает свойства произвольной дисперсной системы, так как определяется размерами частиц и их формой, характером включений в прозрачные частицы, веществом частиц и включений в них.

На рис. 1 представлена индикатриса рассеяния света на неоднородностях (частицах эмульсии) незагрязненного моторного масла.

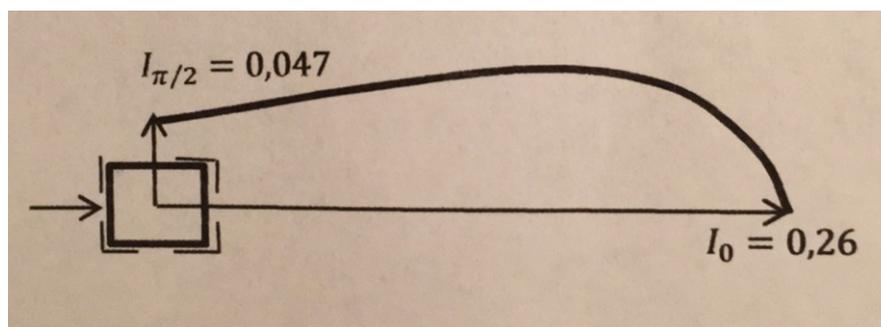


Рис.1. Угловая зависимость светорассеяния для исходного масла; слева показано направление света длины волны  $\lambda=510$  нм; комплексный показатель светорассеяния  $(I_{\pi/2}/I_0) \cdot I_{\pi/2} = 0,0085$ .

На рис. 2 представлена индикатриса рассеяния того масла при тех же условиях измерения после пробега автомобилем 10 тыс. км. Отношение комплексных показателей светорассеяния составляет приблизительно 50.

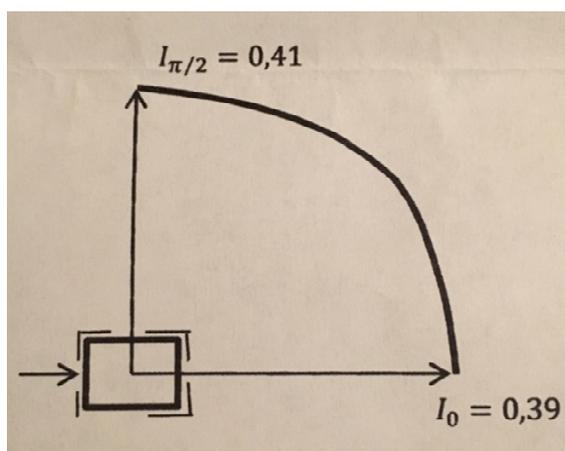


Рис. 2. Угловая зависимость светорассеяния для того же масла после пробега в 10 тыс. км; комплексный показатель светорассеяния  $(I_{\pi/2}/I_0) \cdot I_{\pi/2} = 0,43$ .

Экспериментальные исследования показывают, что частицы эмульсий, приготовленных из чистых масел, относительно велики, а светорассеяние сильно вытянуто вперед (рис. 1) по направлению падающего света. Для загрязненных масел характерно почти симметричное светорассеяние (рис. 2).

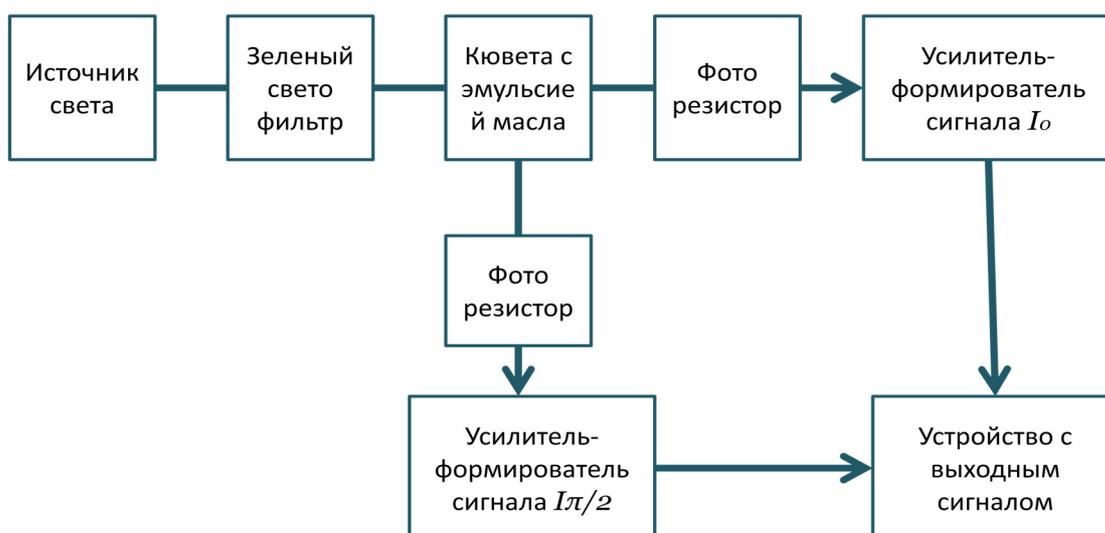


Рис. 3. Функциональная схема устройства для измерения загрязненности масел

Выходные электрические сигналы обоих фотоприемников пропорциональны интенсивностям  $I_0$  и  $I_{\pi/2}$  и используются для получения величины  $(I_{\pi/2}/I_0) \cdot I_{\pi/2}$ , по значению которой и определяют загрязненность масла. Градуировка устройства может быть выполнена серией последовательных измерений загрязненности в течение срока службы масла. Описанный способ измерения и достаточно простое устройство для его реализации способствуют развитию способов анализа загрязненности масел как с точки зрения улучшения показателей уже известных способов, так и с точки зрения расширения числа этих показателей, так как измерение светорассеяния, в сравнении с измерением оптической плотности, имеет большую информативную ценность.

### Библиографический список

1. Сомов В.К., Шепельский Ю.Л., Комплексная оценка загрязненности моторного масла и ее информативность в системе браковочных показателей, Двигателестроение, 1987, №8, сс.44-46, 37,

2. Iwai Y., Honda T., Miyajima T., Yoshinaga S., Higashi M., Fuwa Y., Quantitative estimation of wear amounts by real time measurement of wear debris in lubricating oil. Tribology International 2010, vol.43, No.1-2, pp. 388-394.

УДК 512.643.4

**И. С. Григорьева**

студент кафедры информационных систем и технологий

**О. Е. Дик**

канд. физ.-мат. наук, доц. – научный руководитель

### РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О МАКСИМИЗАЦИИ ПРИБЫЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНЦЕРНА

В условиях современной жесткой конкуренции значительную роль в решении важнейшей управленческой задачи, возникающей в планировании работы крупного промышленного предприятия, могут выполнять специалисты, владеющие методами математической экономики. Рассмотрим одну из задач, связанных с таким планированием, а именно, – задачу максимизации прибыли производственного концерна.

Условие задачи состоит в следующем: производственный концерн имеет четыре филиала, издержки производства которых описываются функциями [1]:

$$f_1 = x^2 + 4x + 1000,$$

$$f_2 = y^2 + 2y + 1200,$$

$$f_3 = z^2 + 3z + 1100,$$

$$f_4 = k^2 + 2k + 1000.$$

Переменные  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и  $k$  определяют объем продукции, производимой каждым филиалом. Допустим, что функция

$$n(f) = 10000 - 20p$$

описывает общий спрос на товар концерна, который определяется ценой  $p$  единицы продукции. Цена, в свою очередь, зависит от суммарного объема продукции.

Необходимо рассчитать:

- оптимальный объем выпускаемой продукции для каждого производителя;
- оптимальную цену;
- распределение производственной программы по филиалам.

Решение задачи состоит в нахождении экстремума функции нескольких переменных при заданных функциях издержек производства.

Составим функцию оптимального выпуска продукции, которая определяется максимальной прибылью концерна:

$$Q(x, y, z, k) = p^*(x+y+z+k) - f_1(x) - f_2(y) - f_3(z) - f_4(k),$$

где произведение  $p^*(x+y+z+k)$  выражает доход концерна от реализации его продукции.

Подставляя функции издержек производства в эту формулу, получим:

$$Q(x, y, z, k) = p^*(x+y+z+k) - x^2 - 4x - 1000 - y^2 - 2y - 1200 - z^2 - 3z - 1100 - k^2 - 2k - 1000.$$

Поскольку, с одной стороны,  $n = x+y+z+k$ , а с другой  $n = 10000 - 20p$ , то из равенства получим:

$$x+y+z+k = 1000 - 20p.$$

Выразим из данного равенства  $p$ :

$$p = 500 - 0.05x - 0.05y - 0.05z - 0.05k.$$

Подставим уравнение оптимальной цены в уравнение прибыли-издержек и получим следующую функцию [2]:

$$Q(x,y,z,k)=(500-0.05x-0.05y-0.05z-0.05k)*(x+y+z+k)-x^2-4x-100-y^2-2y-1200-z^2-3z-1100-k^2-2k-1000.$$

Теперь найдем стационарные точки полученной функции  $Q(x,y,z,k)$ . Для этого вычислим частные производные первого порядка для функции  $Q(x,y,z,k)$  и приравняем их к нулю:

$$\begin{aligned}\frac{\partial Q}{\partial x} &= -2.1x + 496 - 0.1y - 0.1z - 0.1k = 0, \\ \frac{\partial Q}{\partial y} &= -2.1y + 498 - 0.1x - 0.1z - 0.1k = 0, \\ \frac{\partial Q}{\partial z} &= -2.1z + 497 - 0.1x - 0.1y - 0.1k = 0, \\ \frac{\partial Q}{\partial k} &= -2.1k + 498 - 0.1y - 0.1z - 0.1k = 0.\end{aligned}$$

Решим полученную систему линейных уравнений методом Гаусса, в результате чего найдем стационарную точку функции  $Q(x,y,z,k)$ :

$$x=207; y=208; z=207; k=208.$$

Таким образом, получена единственная стационарная точка (207;208;207;208).

Исследуем наличие экстремума в этой стационарной точке. Для этого вычислим частные производные второго порядка:

$$\begin{aligned}\frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} &= -2.1, & \frac{\partial^2 Q}{\partial y^2} &= -2.1, & \frac{\partial^2 Q}{\partial z^2} &= -2.1, & \frac{\partial^2 Q}{\partial k^2} &= -2.1, \\ \frac{\partial^2 Q}{\partial x \partial y} &= -0.1, & \frac{\partial^2 Q}{\partial x \partial z} &= -0.1, & \frac{\partial^2 Q}{\partial x \partial k} &= -0.1, & \frac{\partial^2 Q}{\partial y \partial z} &= -0.1, \\ & & \frac{\partial^2 Q}{\partial y \partial k} &= -0.1, & \frac{\partial^2 Q}{\partial z \partial k} &= -0.1 & & \end{aligned}$$

Из полученных значений составляем матрицу и находим ее определитель:

$$\Delta = \begin{vmatrix} -2.1 & -0.1 & -0.1 & -0.1 \\ -0.1 & -2.1 & -0.1 & -0.1 \\ -0.1 & -0.1 & -2.1 & -0.1 \\ -0.1 & -0.1 & -0.1 & -2.1 \end{vmatrix} = 19.2$$

Так как первый элемент  $a_{11} < 0$  и определитель  $\Delta > 0$ , то стационарная точка (207;208;207;208) является точкой максимума.

**Заключение**

Если первый филиал концерна произведет 207 единиц продукции, второй – 208, третий – 207, четвертый – 208, то продав ее по цене  $p=500-0.05*(207+208+207+208)=458.5$  (денежных единиц) за единицу продукции, концерн получит максимальную прибыль, равную  $Q_{\max}=(207,208,207,208)=201748$  (денежных единиц).

Для реализации подобного рода задач можно использовать язык программирования Delphi как это представлено на рисунке ниже.

**УСЛОВИЕ:**

Фирма имеет четыре филиала, издержки производства которых описываются функциями:

$$f_1 = 1x^2 + 4x + 1000$$

$$f_3 = 1z^2 + 3z + 1100$$

$$f_2 = 1y^2 + 2y + 1200$$

$$f_4 = 1k^2 + 2k + 1000$$

, где x, y, z и k-объемы продукции, производимой каждым филиалом.

Общий спрос на товар фирмы определяется ценой p единицы продукции, зависящей от суммарного объема продукции  $n = x + y + z + k$  и определяемой функцией  $n = f(p)$ .

$$n(p) = 10000 - 20p$$

Рассчитать оптимальный объем выпуска продукции для производителя, оптимальную цену в целом и распределение производственной программы по филиалам.

Решить задачу

**РЕШЕНИЕ:**

$$p = 500 - 0,05(x + y + z + k)$$

$$Q(x, y, z, k) = -1,05x^2 + 496x - 0,1xy + -0,1xz + -0,1xk + 498y + -1,05y^2 + -0,1yz + -0,1yk + -1,05z^2 + 497z + -0,1zk + -1,05k^2 + 498k - 4300$$

$$dQ/dx = -2,1x + -0,1y + -0,1z + -0,1k + 496$$

$$dQ/dy = -2,1y + -0,1x + -0,1z + -0,1k + 498$$

$$dQ/dz = -2,1z + -0,1x + -0,1y + -0,1k + 497$$

$$dQ/dk = -2,1k + -0,1x + -0,1y + -0,1z + 498$$

Стационарная точка ( 207 ; 208 ; 207 ; 208 )

$$d^2Q/dx^2 = -2,1$$

$$d^2Q/dxdy = -0,1$$

$$d^2Q/dxdz = -0,1$$

$$d^2Q/dxdk = -0,1$$

$$d^2Q/dy^2 = -2,1$$

$$d^2Q/dzdy = -0,1$$

$$d^2Q/dydk = -0,1$$

$$d^2Q/dz^2 = -2,1$$

$$d^2Q/dzdk = -0,1$$

$$d^2Q/dk^2 = -2,1$$

Определитель равен 19,2

Стационарная точка есть и это точка максимума

**ОТВЕТ:** Если первый филиал произведет 207 единиц продукции, второй- 208, третий- 207, а четвертый- 208, то, продав ее по цене  $p = 500 - 0,05(207 + 208 + 207 + 208) = 458,5$  денежные единицы за единицу продукции,

фирма получит прибыль, равную 201748 денежные единицы.

Рис. Пример реализации задачи в Delphi

**Библиографический список**

1. Кремер Н. Ш. Высшая математика для экономистов. 3-е изд. М.:2007. 479 с
2. Вешев Н. А., Гусман Ю. А, Дик О. Е. Ряды и функция нескольких переменных. Методические указания и контрольная работа №3 для студентов 1-го курса заочной формы обучения (экономические специальности). // Методическое пособие. СПб.: ГУАП, 2012, 42 с.
3. Баженова Ю.И. Delphi 7 Самоучитель программиста 2003

УДК 658.5.011

**Д. В. Гурман**

студентка кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**С. В. Кочетков**

д-р экон. наук, проф. – научный руководитель

### **ВЫЯВЛЕНИЕ НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПЕРЕД ВНЕДРЕНИЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ ТРЕХ ИНСТРУМЕНТОВ**

Работа по формированию целостных производственных систем (ПС) в последнее время набирает популярность в России. Успешный опыт внедрения ПС в таких компаниях, как ГАЗ, Сибур, Росатом, КамАЗ и другие, демонстрируют свои положительные результаты, которые не оставляют никого равнодушным. Но перед тем, как преступить к реализации, нужно учесть все возможные риски, которые могут помешать достижению поставленных целей. В недавно вступившим в силу ГОСТ Р ИСО 9001:2015 риск трактуется как «влияние неопределенности, и любая такая неопределенность может иметь положительные или отрицательные воздействия» [1]. Топ-менеджеры должны заранее планировать выполнение предупредительных действий, направленных на исключение возможных отклонений.

Большинство руководителей задаются вопросом: «Как же выявить главную проблему, из-за которой не удастся достичь поставленных целей?». Тема является злободневной, так как решение поверхностных причин в 80–90% не дает должного результата или вовсе не устраняет препятствие. Вследствие этого происходит бессмысленная трата сил и ресурсов на предотвращение незначимых и не влияющих на результат проблем предприятия.

Для того чтобы установить причины принятия неэффективных решений, топ-менеджерам организаций следует использовать системный подход, который формирует необходимое ориентированное мышление [1]. Благодаря рассмотрению организаций как сложных систем, появляется возможность найти и разобрать трудно наблюдаемые процессы, происходящие внутри компаний.

Использование инструментов в отдельности несет с собой ряд недостатков, которые сказываются на положительном результате поиска ключевых проблем. Решением стало комплексное применение диаграммы Исикавы и дерева текущей реальности (ДТР). Попробуем показать, как это выглядит.

На первом этапе определяем мысленно зону контроля и сферу влияния. Очень важно знать, в какой области мы имеем власть, и есть ли возможность проконтролировать события (зона нашего контроля), сказывающиеся на проблеме. А вот сфера влияния более уязвима, так как здесь под влияние попадают не все события, и контролировать можно либо частично, либо косвенно.

На втором этапе пытаемся корректно сформулировать существующую проблему, которой хотим заняться. Вопрос должен начинаться со слова «почему». В нашем случае проблема звучит так: «Почему не получается внедрить производственную систему (ПС)?».

На третьем этапе выявляем от одного до пяти нежелательных явлений (НЯ) (причин) и их краткие описания, которые будут подкреплять выбранную проблему. Для того чтобы не упустить важных факторов, предлагается применять диаграмму Исикавы, которая облегчит нахождение нежелательных явлений (НЯ) из разных сфер деятельности предприятия. Диаграмма Исикавы приведена на рис. 1.

На четвертом этапе, опираясь на «рыбий скелет», формулируем уже конкретные нежелательные причины, которые возникают при внедрении производственной системы. Например:

- ресурсы предприятия используются неэффективно;
- сотрудники считают, что внедрение ПС приводит к увеличению объемов бумажной работы;
- большинство думает, что реальных результатов либо долго ждать, либо совсем не будет;
- многие сотрудники боятся нововведений, требующихся для внедрения ПС;
- сотрудники разочаровываются в ПС.



Рис.1. Диаграмма Исикавы

На этом этапе лучше советоваться людьми, которые разбираются в данном вопросе. Стоит помнить, что НЯ имеет негативный окрас, влияющей на производительность всей системы. Эти явления являются отправной точкой в нахождение ключевой проблемы.

На пятом этапе занимаемся непосредственно построением диаграммы ДТР. Для построения ДТР формируем утверждения так, чтобы они были связаны между собой. При этом располагаем их вертикально (основное под зависимым), и рисуем между ними стрелку. Для построения и выявления причин, нужно опираться на указания [2]:

- является ли нижнее нежелательное явление причиной верхнего;
- является ли верхнее нежелательное явление непосредственным и обязательным следствием нижнего.

Для того чтобы не путаться и не ограничивать себя в нахождении нежелательных причин, в диаграмме каждому утверждению будет присвоено свое число. В данном случае, первая цифра – это номер страницы, а последующие записываются по порядку возрастания. Отметим, что по окончанию построения дерева текущей реальности, когда все нежелательные явления будут соединены в единую структуру, можно найти ключевую проблему, которая должна быть связана как минимум с 70% нежелательных явлений [2].

Важно обратить внимание на то, что нежелательные явления связываются между собой и направляются к истинной проблеме, что сравнимо с ориентированным графом, где дугами будут считаться связи между НЯ и истинными причинами (ИП). То есть, для различных НЯ и ИП, между которыми выявлен факт наличия связи, можно установить «начало» и «конец». А для равноправных явлений связи указывать не нужно. Следовательно, возникает вопрос: «А существует ли инструмент для быстрого построения такого ориентированного графа, чтобы не упустить и зафиксировать все значимые явления и связи?»

К сожалению, адекватных инструментов для построения такого вида диаграммы нет. Было принято решение использовать «Graphviz» (GraphVisualizationSoftware) – пакет утилит по автоматической визуализации графов, заданных в виде описания на языке DOT и др. Визуальное представление всех нежелательных явлений, благодаря пакету «Graphviz», поможет информировать в дальнейшем о результатах устранения проблем, а также будет легче восприниматься. Сотрудники, которые участвовали в процессе создания ДТР, смогут наглядно увидеть, какие риски были аннулированы, а какие все еще «ждут своего часа».

Визуализация является одним из наиболее важных и эффективных инструментов самоконтроля. Позволяет быстро получать необходимую информацию, не прибегая при этом к посторонней помощи. В

соответствии с Программой национальной стандартизации разрабатывается стандарт в области менеджмента бережливого производства: «Бережливое производство. Визуализация», который утвержден в июне 2016 г., что еще раз доказывает свою актуальность на сегодняшний день.

Итак, приведем основные элементы кода, требующиеся для построения визуального рисунка (ДТР) в пакете «Graphviz».

```
Начало:
digraph PS1 {
resize=auto;
charset="utf8";
node [fontname="Verdana"];
rankdir=BT;
node [shape = box];
После node [shape = box];
T101 [label="101.Руководство не\n понимает основ ПС"];
T102 [label="102. Сотрудники не до конца пони-\n мают значимость\n внедрения ПС"];
T103 [label="103. Руководство не понимает, \n как взаимосвязаны организация\n рабочего места,
площадей, \n операционные расходы "];
node [shape=circle];
"801";
node [shape = oval,label="",height=0.1];
Z1;
T101->T102;
T101->T103;
T103->"801";
T102->Z1 [dir=none];
T103->Z1 [dir=none];
Z1->T104;
Z1->T104;
«}».
```

В результате построения дерева текущей реальности была найдена ключевая проблема («Руководство не понимает основ ПС»), выделенная красным цветом в диаграмме на рис. 2.

Таким образом, системный подход определяет всю деятельность организации, как сложную систему, состоящую из подсистем, которая помогает выявить невидимые связи между элементами и изучить их взаимодействие друг с другом, что облегчит решение проблем в целом, а не в отдельности [3]. Благодаря синтезу двух инструментов, основанных на системном подходе, топ-менеджеры направляют свои усилия на целый ряд рисков, что создает основу для эффективного внедрения производственной системы, исключая при этом все неблагоприятные последствия. А с помощью визуального представления выявленных причин, станет возможно активное устранение всех ограничений системы. Эта статья будет интересна не только для руководителей, которые хотят внедрить производственную систему, но и для тех, кто хочет добиться более эффективного результата, так как порой существуют тормозящие факторы, о которых топ-менеджеры и не подозревают.

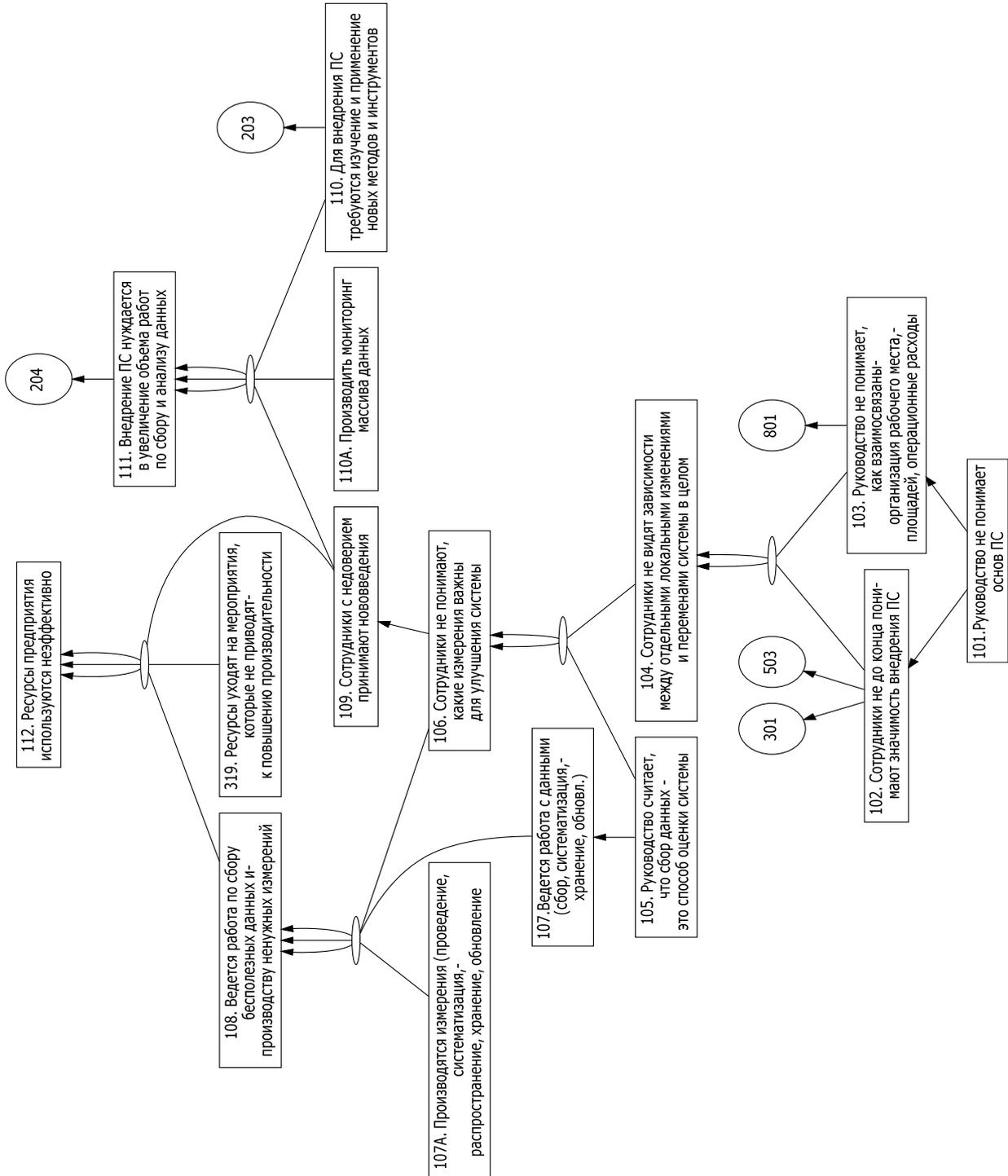


Рис. 2. Часть дерева текущей реальности

**Библиографический список**

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Система менеджмента качества. Требования» [Текст]. - Введ. 2015-11-01. М.: Стандартинформ, 2015. 65 с.
2. *Детмер, У.* Теория ограничений Голдратта: Системный подход к непрерывному совершенствованию / У. Детмер; Пер. с англ. 2-е изд. М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. 444 с.
3. *Тушавин, В.А.* Управление качеством ИТ-процессов производственного предприятия: монография: М.: Научные технологии, 2015. 249с.

УДК 658.5.011

**Д. В. Гурман**

студентка кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**В. А. Тушавин**

канд. техн. наук, канд. экон. наук, доц. – научный руководитель

**МЕТОДИКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПО ВЫБОРУ НАИБОЛЕЕ ВАЖНОГО ПРОЕКТА  
НА ОСНОВЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ**

До недавнего времени понятие «проект» в России обычно связывалось с представлением о комплексе проектно-сметной документации на создание зданий, сооружений или технических устройств. Между тем, в профессиональном понимании «проект» – это уникальный процесс, состоящий из комплекса координируемых и контролируемых задач, имеющий дату начала и окончания, выполняемый для достижения цели, соответствующий определенным требованиям, включая ограничение по времени, стоимости и ресурсам.

Следовательно, управление проектами определяется как планирование, организация, мониторинг, контроль и отчетность по всем аспектам, а также мотивации всех привлеченных в него для достижения целей проекта.

Проектно-ориентированный подход позволяет определять цель, результаты проекта, состав работ, учитывать связи и влияние на проект окружающей среды и многочисленных участников проекта, рассчитывать эти влияния в виде определенных рисков, учитывать их в проекте и строить обоснованные на расчетах планы реализации проектов. Таким образом, организация будет вести целенаправленную деятельность, что повысит эффективность в несколько раз [2]. Управление портфелем проектов подразумевает деятельность, направленную на достижение стратегических целей организации путем формирования, оптимизации, мониторинга и контроля, управления изменениями портфеля проектов в условиях определенных ограничений [1].

Таким образом, для осуществления стратегического управления портфелем, необходимо определить инновационные проекты и затем выбрать из них наиболее подходящие для внедрения на предприятии [3]. При этом на рынке остаются только те предприятия, которые первыми освоили эффективные инновации и таким образом преобразовали свой портфель.

На основе проведенного анализа существующих методов и инструментов [5], были определены наиболее подходящие концепции, на основании которых в данной работе выбрано пять проектов: тотальная оптимизация производства (ТОП), всеобщее производительное обслуживание (ТПМ), 5С, система управления мероприятиями (СУМ), метод шести сигм (МШС).

Каждый руководитель понимает, что перед тем как внедрять проект нужно его проанализировать и оценить по заданным критериям, чтобы в результате достичь желаемой цели.

Разработанная методика использует метод анализа иерархий (МАИ). Этот метод позволяет комплексно оценить проект по ключевым критериям [4].

МАИ включает в себя следующие четыре этапа:

- построение соответствующей иерархии задачи принятия решений;
- попарное сравнение всех элементов иерархии;
- устранение несогласованности матриц попарных сравнений (если это необходимо);

– математическая обработка полученной от ЛПР информации.

Для упрощения процедуры расчетов показателей при использовании метода анализа иерархий используется R-язык программирования для статистической обработки данных и работы с графикой, а также свободная программная среда вычислений с открытым исходным кодом в рамках проекта GNU (язык программирования), а также сбалансированные показатели для обоснования выбора конкретных критериев. Рассмотрим это подробнее.

Оценка проектов проводится по четырем сбалансированным показателям (критериям):

- финансы;
- персонал;
- внутренние бизнес- процессы;
- обучение и развитие.

Выбраны именно эти показатели, так как сбалансированная система показателей обеспечивает интеграцию финансовых и нефинансовых индикаторов, отражающих процессы, которые способствуют достижению целей предприятия.

Первый этап – демонстрирует проблемы (цели) в виде иерархии или сети. Иерархия целей для данной методики представлена на рис. 1.

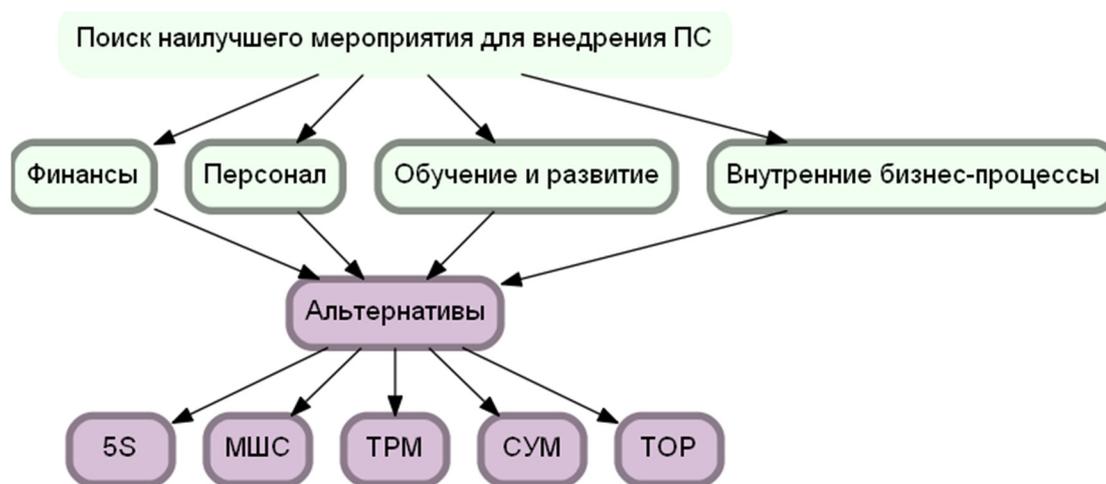


Рис.1. Структурированная сеть решаемой задачи

Видно, что первый уровень иерархии – это цель, второй уровень – критерии, третий – альтернативы (проекты).

Второй этап – установление приоритетов критериев и оценка каждой альтернативы, определяя по критериям наиболее важную из них. Для составления матрицы попарных сравнений использовались результаты оценки каждого критерия группой из пяти экспертов (рис. 2), являющихся специалистами в области проекто-ориентированных процессов и организации производства.

На основании вышеописанных данных была составлена матрица попарных сравнений критериев (рис. 2) и произведена свертка всех полученных оценок по критериям для всех проектов. Пример матрицы попарных сравнений критериев для проекта МШС представлен на рис. 2, где ОС – оценка согласованности, а последний правый столбец – нормированные значения, по которым определяется приоритет.

Благодаря свертке всех значений, полученных от пяти экспертов, видно, что критерии имеют значимость для предприятия в следующем порядке:

- персонал – 69%;
- финансы – 16%;
- обучение и развитие – 9%;
- внутренние БП – 5%.

Сравним с полученными значениями в программе GNU R (рис. 3).

## МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

Внедрение ПС	Финансы	Персонал	Внутренние БП	Обучение и развитие		
Финансы	1	1/7	3	3	1,06	0,16144911
Персонал	7	1	9	7	4,58	0,69479901
Внутренние БП	1/3	1/9	1	1/3	0,33	0,05053919
Обучение и развитие	1/3	1/7	3	1	0,61	0,09321269
	8 2/3	1 2/5	16	11 1/3	6,60	1,00
$\lambda_{max} =$	4 1/4					
ИС=	0,078258688					
ОС=	0,086954097					

Рис. 2. Матрица попарных сравнений критериев (расчеты в Excel)



Рис. 3. Результаты расчетов в GNUR

Значения совпадают, при этом оценка согласованности в GNU R равна 0,09, что находится в допустимых значениях. Таким образом, полученная матрица попарных сравнений согласована, и можно продолжать расчеты дальше. Итоговые результаты представлены на рис. 4.



Рис. 4. Итоговый результат попарных значений

Следующим шагом были определены приоритеты проектов по каждому критерию, данные представлены на рис. 5.

Третий этап – определение итоговых результатов выбора наилучшего проекта. Для выбора наилучшего проекта необходимо провести аддитивную свертку критериев по каждому проекту (рис. 5, 6), а затем на основании итоговых приоритетов выбрать наибольшее значение по требующемуся показателю.

Свертка показателей	Финансы	Персонал	Внутренние БП	Обучение и развитие	
	0,161	0,695	0,051	0,093	
5с	0,101	0,035	0,153	0,035	0,052
мшс	0,052	0,522	0,063	0,240	0,397
сум	0,244	0,054	0,067	0,124	0,092
тпм	0,044	0,105	0,350	0,549	0,149
топ	0,558	0,284	0,368	0,052	0,311

Рис. 5. Итоговые значения (свертка), посчитанные в Excel

	Weight	MSHS	TOP	TPM	SUM	S
Choose the Most event	100.0%	40.0%	31.0%	14.1%	10.2%	4.9%
Staff	67.6%	34.7%	19.1%	7.0%	4.3%	2.5%
Finance	16.7%	1.1%	9.0%	0.8%	4.0%	1.7%
Education	10.4%	2.5%	0.6%	5.5%	1.4%	0.4%
Processes	5.2%	1.6%	2.2%	0.7%	0.5%	0.2%

Рис. 6. Итоговые значения (GNUR)

Таким образом, все значения сходятся и были выявлены два наиболее приоритетных проекта (рис. 6):

- МШС – 40%;
- ТОП – 31%.

А остальные мероприятия являются менее привлекательными для предприятия, такие как: ТПМ (14,1%), СУМ (10,2%), 5С (5%).

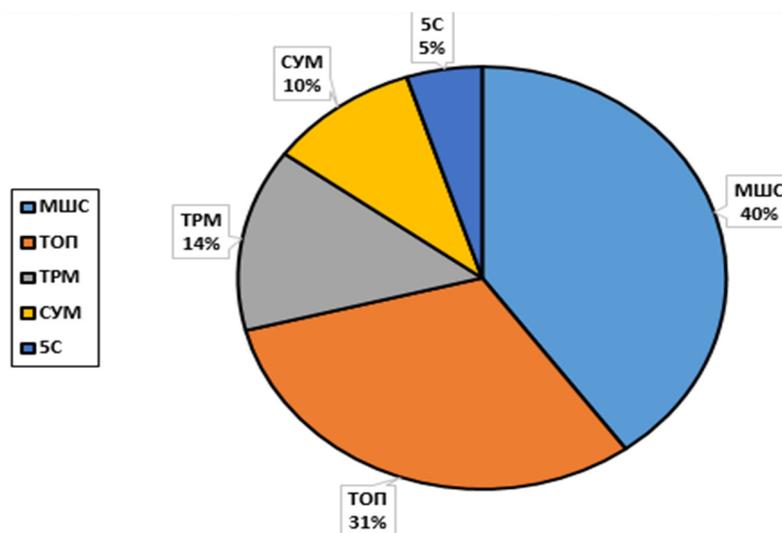


Рис.7. Итоговые результаты расчетов

Таким образом, в результате проделанной работы установлено соответствие между процедурами принятия решений (метод анализа иерархий) при управлении портфелем проектов и реализации этого метода в GNU R.

Предложенная в данной работе методика принятия решений по выбору наиболее важного проекта позволяет:

- значительно повысить качество принимаемых решений;
- ускорить процедуру их принятия.

А именно, при выборе мероприятий внедрения производственной системы, разработанная методика позволила оценить проект по всем необходимым относительно выбранной организации критериям и выбрать наиболее значимые для предприятия проекты.

### Библиографический список

1. ГОСТ Р 54870-2011. Проектный менеджмент. Требования к управлению портфелем проектов. - Введ. 01.09.12. М.: Стандартинформ, 2016. 12с.
2. Волгин В.В. Математические и инструментальные методы управления портфелем проектов: Автореферат / Владимир Валерьевич Волгин. Спб.:СПбГУ, 2007. 19с.
3. Ансоф И. Стратегическое управление. М.: Экономика, 1989. 358с.
4. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий /Р.Г.Вачнадзе; Пер. с англ. М.: «Радио и связь», 1993. 278с.
5. Гурман Д. В. Внедрение производственной системы на российских предприятиях // Актуальные проблемы экономики и управления. 2015. - №4(8) - с. 96-100.

УДК 512.643.4

**В. А. Даутов**

студент кафедры информационных систем и технологий

**О. Е. Дик**

канд. физ.-мат. наук, доц. – научный руководитель

### РЕШЕНИЕ ВОПРОСА ОБ ИНВЕСТИРОВАНИИ В ПРОЕКТ

Рассмотрим задачу, связанную с экономическим планированием строительства торгового комплекса, и покажем реализацию ее решения в Delphi [1].

Допустим, строительная корпорация принимает решение об инвестировании денег в постройку торгового комплекса. Тендер на право строительства разыгрывается между двумя фирмами. Пусть предполагаемые затраты фирм на постройку торгового комплекса рассчитываются по следующим формулам:

$$f_1=2kn+pn^2-pm^2-pn-p+181m,$$

$$f_2=4n^2-3m^2-2nk+6mn-2mp+4m+p,$$

где параметры  $k$  – зарплата,  $n$  – количество товара,  $p$  – цена товара,  $m$  – число рабочих. При этом налоговый вычет считается по формуле:

$$k+p-82=27.$$

Требуется выяснить, затраты какой фирмы на постройку торгового комплекса будут минимальными.

Решение сводится к нахождению экстремума минимума функции нескольких переменных при заданных функциях издержек строительства [2].

Выразим из условия переменную  $k$ :

$$k=82+27-p$$

и подставим ее в первоначальные функции:

$$f_1(n,p,m)=-54n-128n+pn+pn^2-pm^2-pn-p+181m,$$

$$f_2(n,p,m)=4n^2-3m^2-54n-128n+2pn+6mn-2mp+4m+p.$$

Теперь найдем стационарные точки полученных функций. Для этого вычислим частные производные первого порядка и приравняем их к нулю.

Для первой фирмы мы получим:

$$\frac{\partial f_1}{\partial n} = -182 + 2pn = 0,$$

$$\frac{\partial f_1}{\partial p} = n^2 - m^2 - 1 = 0,$$

$$\frac{\partial f_1}{\partial m} = -2pm + 181 = 0,$$

Для второй фирмы:

$$\frac{\partial f_2}{\partial n} = 8n - 182 + 2p + 6m = 0,$$

$$\frac{\partial f_2}{\partial p} = 6m + 6n - 2p + 4 = 0,$$

$$\frac{\partial f_2}{\partial m} = 2n - 2m + 1 = 0.$$

Найденные значения параметров  $p$ ,  $n$ ,  $m$ ,  $k$  в стационарных точках приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Значения параметров  $p$ ,  $n$ ,  $m$ ,  $k$   
в стационарных точках**

Параметр	Фирма	
	первая	вторая
$p$	9,53	0,5
$n$	9,53	12,71
$m$	9,50	13,21
$k$	81,47	90,5

Исследуем наличие экстремума в этих стационарных точках [3]. Для этого вычислим частные производные второго порядка. Из полученных значений составим матрицу и находим ее определитель для первой фирмы:

$$\Delta = \begin{vmatrix} 19.06 & 19.06 & 0 \\ 19.06 & 0 & -19 \\ 0 & -19 & -19.06 \end{vmatrix} = 76.18$$

и для второй фирмы:

$$\Delta = \begin{vmatrix} -6 & -2 & 6 \\ -2 & 0 & 2 \\ 6 & 2 & 8 \end{vmatrix} = -56.$$

Так как для первой фирмы первый элемент  $a_{11} > 0$  и определитель  $\Delta > 0$ , то стационарная точка (9.53;9.53;9.5;81.47) является точкой минимума.

Для второй фирмы определитель  $\Delta < 0$ , следовательно, экстремума нет.

Полученные результаты позволяют сделать вывод – для финансирования подходит только первая фирма. Пример реализации представлен на рисунке ниже.

Решить

Выразим l из условия:  $l = 27 + 64 - p$

Подставим l в уравнение:

$$F1(n,m,p) = -54n - 128n + pn + pr - pm - pn - p + 181m = -54n - 128n + pn - pm + 181m - p$$

Найдём производные всех трёх переменных и приравняем к нулю:

$$F1'(n) = -54 - 128 + 2pn = 0$$

$$F1'(p) = n - m - 1 = 0$$

$$F1'(m) = 181 - 2pm = 0$$

Выразим m и n и подставим в производную от p:

$$m = \frac{181}{2p} \quad n = \frac{54 + 128}{2p}$$

$$\left( \frac{54 + 128}{2p} \right)^2 - 4 \left( \frac{181}{2p} \right)^2 = 1$$

Преобразуем полученное уравнение:

$$p = \sqrt{\frac{16(1458 + 54 \cdot 256 + 16384)}{4}}$$

Подсчитаем p, m, n, l:

p = 9,53  
n = 10  
m = 9  
l = 81,47

Составим определитель:

$$\begin{vmatrix} \frac{dF1}{dn^2} & \frac{dF1}{dn dp} & \frac{dF1}{dn dm} \\ \frac{dF1}{dp dn} & \frac{dF1}{dp^2} & \frac{dF1}{dp dm} \\ \frac{dF1}{dm dn} & \frac{dF1}{dm dp} & \frac{dF1}{dm^2} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 2p & 2n & 0 \\ 2n & 0 & -2m \\ 0 & -2m & -2p \end{vmatrix}$$

Посчитаем определитель:

$$\begin{vmatrix} 2p & 2n & 0 \\ 2n & 0 & -2m \\ 0 & -2m & -2p \end{vmatrix} = -8mp + 8np = 76,18$$

76,18 > 0, значит экстремум существует.

Первый член определителя положительный, значит это минимум.

Подставим l в уравнение:

$$F2(n,m,p) = 4n^3 - 3m^3 - 54 \cdot 128n^2 + 2p + 6mn - 2mp + 4m + p$$

Найдём производные всех трёх переменных и приравняем к нулю:

$$F2'(n) = 8n - 54 - 128 + 2p + 6m = 0$$

$$F2'(p) = 2n - 2m + 1 = 0$$

$$F2'(m) = -6m + 6n - 2p + 4 = 0$$

Прибавим третье уравнение к первому:

$$8n - 54 - 128 - 6n + 4 = 0$$

Выразим и найдём n:

$$n = \frac{54 + 128 - 4}{14}$$

n = 13

Выразим и найдём p, m, l:

$$m = \frac{-2n - 1}{-2} \quad p = \frac{6m - 6n - 4}{-2}$$

m = 13      p = 0,5

l = 90,5

Составим определитель:

$$\begin{vmatrix} \frac{dF2}{dm^2} & \frac{dF2}{dm dp} & \frac{dF2}{dm dn} \\ \frac{dF2}{dp dm} & \frac{dF2}{dp^2} & \frac{dF2}{dp dn} \\ \frac{dF2}{dn dm} & \frac{dF2}{dn dp} & \frac{dF2}{dn^2} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -6 & -2 & 6 \\ -2 & 0 & 2 \\ 6 & 2 & 8 \end{vmatrix}$$

Посчитаем определитель:

$$\begin{vmatrix} -6 & -2 & 6 \\ -2 & 0 & 2 \\ 6 & 2 & 8 \end{vmatrix} = 24 + 2(-16 - 12) - 24 = -56$$

-56 < 0, значит экстремум не существует

Наименьший минимум: 76,18

Рис. Реализация задачи в Delphi

**Библиографический список**

1. Баженова Ю.И. Delphi 7 Самоучитель программиста 2003
2. Кремер Н.Ш. Высшая математика для экономистов. 3-е изд. М.:2007. 479 с
3. Вешев Н. А., Гусман Ю. А, Дик О. Е. Ряды и функция нескольких переменных. Методические указания и контрольная работа №3 для студентов 1-го курса заочной формы обучения (экономические специальности). Методическое пособие. СПб.: ГУАП, 2012, 42 с.

## УДК 658.6

**К. Г. Иванов**

студент кафедры проблемно-ориентированных вычислительных комплексов

**С. А. Назаревич**

канд. техн. наук – научный руководитель

**ВНЕДРЕНИЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРУ ТОРГОВЛИ**

Банковские карты прочно вошли в нашу жизнь. Некоторые люди уже не готовы отказаться от них в пользу наличных. Однако с банковскими картами связаны серьезные проблемы безопасности. Каждый год злоумышленники придумывают новые методы мошенничества с картами.

Основные методы мошенничества:

- кража карты;
- скимминг (накладной блок на картоприемник для считывания информации о карте);
- шимминг (тонкая плата вставляется в банкомат через картоприемник, считывает информацию о карте);
- фишинг (интернет-мошенничество);
- накладная клавиатура (считывание PIN-кода);
- поддельные банкоматы (банкомат-фантом используется для считывания всей необходимой информации о карте).

В результате, граждане теряют крупные суммы денег (рис. 1) при неаккуратном использовании банковских карт [1].

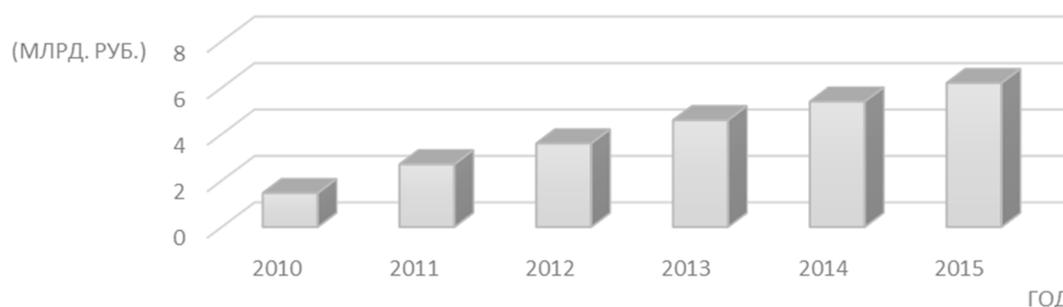


Рис. 1. Статистика ущерба от случаев мошенничества с банковскими картами

Также, с каждым годом растет количество эмитированных банковских карт (рис. 2), что создает значительные денежные нагрузки на финансовые учреждения [2]. Себестоимость карты составляет от 200 руб. в зависимости от типа чипа, сложности нанесенных голограмм, наличия рисунка, ламинирования, глянцевого или матового покрытия. Это колоссальные затраты, учитывая количество клиентов у банков.

Основная идея данной разработки заключается в использовании биометрических технологий для создания нового способа оплаты, который станет более безопасной и удобной альтернативой наличным и банковским картам.

Исследования в сфере биометрии ведутся с конца XIX – начала XX вв. и в настоящее время применяются во многих сферах деятельности с целью идентификации личности.

Биометрия имеет многовековую историю. Самый распространенный и самый древний пример биометрии – это идентификация по отпечаткам пальцев, которая, согласно исследовательским отчетам, использовалась еще в XIV столетии в Китае.

Согласно отчетам, китайские купцы делали отпечатки детской ладони и пальца на бумаге, обмакивая их в чернила, чтобы отличать маленьких детей одного от другого. Использовался отпечаток пальца также вместо подписи на торговых соглашениях между купцами. Это один из наиболее простых методов, который используется и до настоящего времени.

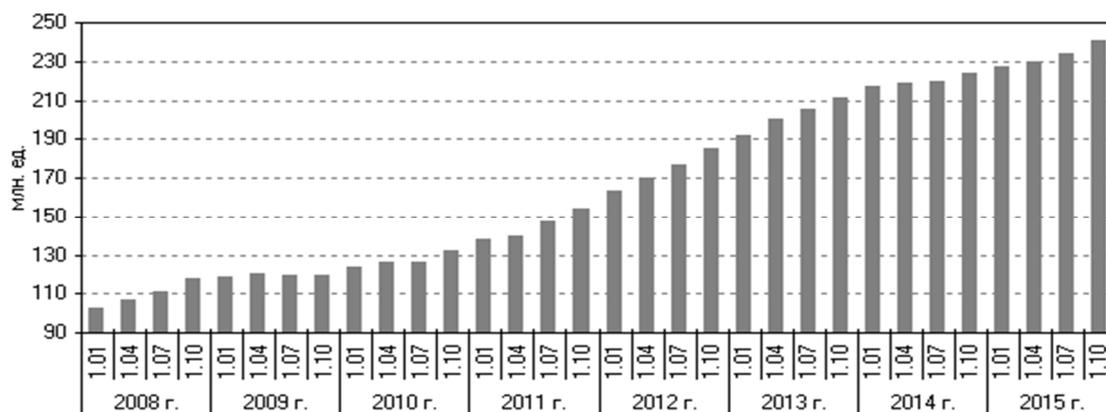


Рис. 2. Количество расчетных и кредитных банковских карт, эмитированных кредитными организациями

Из патентной и научной литературы известно, что в каждом отпечатке можно определить признаки двух типов, используемые при их идентификации: глобальные и локальные [3]. К первому типу относятся признаки, которые можно разглядеть или различить на отпечатках пальцев невооруженным глазом: папиллярные узоры, область образа, «ядро», пункты «дельта», тип папиллярных линий и их число. Ко второму типу относятся локальные признаки, называемые минуциями (рис. 3): это уникальные для каждого отпечатка признаки, определяющие пункты изменения структуры папиллярных линий (например, разрыв, окончание, раздвоение и т.д.), ориентацию папиллярных линий и координаты X и Y в этих пунктах. Каждый отпечаток может быть представлен 50–70 минуциями. Исследования и практика подтверждают, что в отпечатках пальцев разных людей могут встречаться идентичные глобальные признаки, но при этом вероятность наличия в этих же отпечатках одинаковых микроузоров минуций очень мала. Как правило, глобальные признаки используют при классификации очень больших баз отпечатков пальцев на этапах предварительной классификации. А затем, на втором этапе распознавания используют уже локальные признаки.

Процедуру распознавания условно можно разделить на следующие основные этапы:

- получение отпечатка пальца пользователя;
- формирование (захват) изображения;
- цифровое кодирование изображения отпечатка пальца (формирование паспорта папиллярного узора);
- сохранение данных папиллярного узора для последующей идентификации;
- распознавание, то есть сравнение предъявленного отпечатка пальца конкретного пользователя с заданным паспортом (эталоном), полученным на этапе кодирования, и оценка уровня подобия между ними.

В институтах интеллектуальной собственности насчитывается огромное количество патентов в сфере биометрических технологий. Для примера представлены разработки российской компании Sonda Technologies, которая занимается разработкой и внедрением биометрических систем идентификации с 1991 г. Компания является одним из лидеров в области биометрических технологий [4].

Высокое качество биометрических алгоритмов Сонда неоднократно подтверждалось на международных тестированиях SlapSeg04, Fingerprint Verification Competition (FVC), Minutiae Interoperability Exchange Test (MINEX).

В 2013 г. на тестировании, которое проводил Институт проблем информатики РАН (ИПИ РАН), программа идентификации Сонды показала лучшие характеристики по совокупности показателей скорости сравнения и вероятности ошибок. Среднее время на базе данных объемом 2500 тыс. составило 0,7 с при сохранении минимальных значений вероятности ошибок (рис. 4). Такие показатели скорости стоят в одном ряду с новейшими разработками ведущих мировых фирм.



Рис. 3. Основные типы особенностей (минуций) папиллярного узора: 1 – фрагмент папиллярной линии; 2 – начало папиллярной линии; 3 – глазок; 4 – разветвление папиллярной линии; 5 – крючок; 6 – мостик; 7 – островок; 8 – папиллярная точка; 9 – окончание папиллярной линии; 10 – слияние папиллярной линии; 11 – тонкие межпапиллярные линии

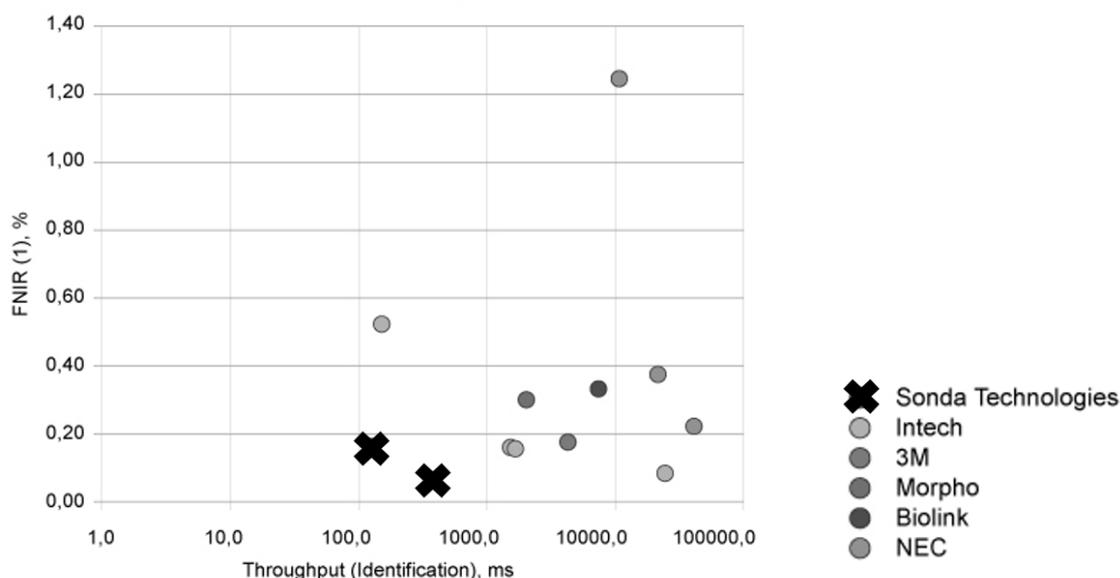


Рис. 4. Результаты тестирования (FNIR – вероятность ошибки, %; Throughput – производительность, мкс)

Использование отпечатков пальцев абсолютно безопасно для потребителей по ряду критериев:

- в базе данных хранятся не сами изображения отпечатков, а их математические шаблоны;
- восстановить изображение отпечатка пальца и использовать его вне данной системы невозможно;
- биометрические сканеры распознают муляж пальца.

Также, программа позволяет гибко настраивать уровень безопасности индивидуального счета покупателя. При желании можно использовать не один или два пальца, а все десять, задав свой алгоритм использования для каждого из них.

Клиенту не придется помнить пароли, заботиться о наличии купюр и банковских карт при посещении магазина.

Использование отпечатка пальца существенно ускорит и упростит процесс, так как оплата товара осуществляется в одно касание и занимает 2–3 с.

Данное решение способствует переходу к виртуальным банковским картам. Клиенту не нужно являться в офис, карту можно открыть на сайте банка, следовательно, снижается нагрузка на офисы банка, а также расходы на трудовые ресурсы, ликвидируются затраты на выпуск/перевыпуск банковских карт.

Более того, с помощью данного проекта можно реализовать единую программу лояльности, что приведет к отказу от огромного количества скидочных и бонусных карт. С помощью одного прикосновения клиент оплачивает товар и получает скидку либо начисление бонусов.

### **Библиографический список**

1. Карева Е. И. Мошенничество с пластиковыми картами в России // Молодой ученый. — 2015. — №1.
2. Количество платежных карт, эмитированных кредитными организациями // cbr.ru: официальный сайт Центрального банка Российской Федерации. [Электронный ресурс] URL: [http://www.cbr.ru/statistics/print.aspx?file=p\\_sys/sheet013.html](http://www.cbr.ru/statistics/print.aspx?file=p_sys/sheet013.html)
3. Кухарев Г.А. Биометрические системы: Методы и средства идентификации личности человека. - СПб.: Политехника, 2001.
4. Информация о компании Sonda Technologies // sonda.ru: официальный сайт компании «Сонда». [Электронный ресурс] URL: <http://sonda.ru/company/>

### **УДК 629.4.067**

**Н. П. Капуста**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. В. Чабаненко**

научный руководитель

## **СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ВНЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЙ В ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ ОАО «РЖД»**

По обеспечению безопасности на пути следования можно выделить системы обслуживания подвижного состава. Каждая система производит мониторинг по отдельным его частям.

Первая представленная система в холдинге ОАО «РЖД» – автоматизированная система коммерческого осмотра поездов и вагонов (АСКО ПВ). Данная система производит мониторинг габаритов подвижного состава и выявляет нарушения целостности вагонов. Данная система располагается в пунктах сборки подвижного состава. Подвижной состав проходит проверку в начальной и в конечной точке пути следования. При нарушении габаритов подвижной состав отправляется в пункты технического осмотра.

Второй действующей системой являются вагонные весы для статического взвешивания подвижного состава. Взвешивание производится на начальной точке пути следования подвижного состава. При перегрузе вагонов подвижной состав отправляется на повторную сборку и выявления точек перегруза.

Третьей системой, представленной в ОАО «РЖД», является служба вагонного хозяйства. В вагонной части депо (ВЧД) имеется должность осмотрщика-ремонтника вагонов. Бригада осмотрщиков-ремонтников присутствует на каждом пункте технического осмотра (ПТО). В ее обязанности входит «обслуживание универсальных самоходных машин и устройств, разработанных для ремонта грузовых вагонов всех типов; обеспечение исправного состояния и ремонт электродвигателей электрического, гидравлического, пневматического и подъемного оборудования универсальных машин и устройств» [1]. Осмотр вагонов происходит в ходе проверки целостности колесной пары, ходовых частей, тормозов, буксовых узлов с подшипниками качения и т.д. «Так же осмотрщик-ремонтник обязан оформлять техническую документацию по поврежденным вагонам, передавать информацию о технической готовности поезда и от-

дельных вагонов» [2]. Расстояние между каждым ПТО регламентировано отдельными представителями железной дороги. На Октябрьской железной дороге представлено 22 ПТО на пути следования подвижных составов: Бологое, Ховрино, Шушары, Лужская, Ивангород-Нарвский, Великие Луки, Печоры-Вскопские, Пыталово, Санкт-Петербург Сортировочный-Московский, Выборг, Кузнечное, Новгород-на-Волхове, Петрозаводск, Беломорск, Кемь, Костомукша, Апатиты, Кандалакша, Мурманск, Оленегорск, Волховстрой, Кириши.

Однако существующие системы обеспечивают осмотр подвижного состава, находящегося в состоянии покоя, и не отслеживают его на пути следования. Система регистрации внештатных ситуаций в подвижном составе позволит обеспечить непрерывный мониторинг подвижного состава. Она будет состоять из комплекса датчиков, которые предназначены для фиксирования аварийной ситуации в подвижном составе.

Датчики будут устанавливаться на подвижной состав внутри и снаружи вагонов. Все датчики будут подключены в один коммутатор, который будет передавать сигнал на другой, который будет установлен в кабине машиниста. Далее при фиксации отклонений, на мониторе, также установленным в кабине, будет выводиться информация, в каком вагоне обнаружен риск аварийной ситуации.

После обнаружения угрозы, машинист будет оценивать риск возникновения аварии, сообщать о нарушении диспетчеру подвижного состава и проводить предупреждающие действия.

На железной дороге представлено множество типов вагонов, которые имеют индивидуальные характеристики. В связи с таким многообразием вагонов для каждого из них следует установить определенные датчики, которые будут соответствовать конструкции и обеспечивать наивысший уровень безопасности подвижного состава. Каждый датчик будет подсоединен к общей системе мониторинга, которая будет выводиться на экран в кабине машиниста.

Вагон типа цистерна, будет оснащен гироскопическим датчиком и датчиком избыточного давления и температуры.

Данные датчики будут считывать показатели вагона, и отправлять их в систему мониторинга, расположение датчиков приведено на рис. 1.

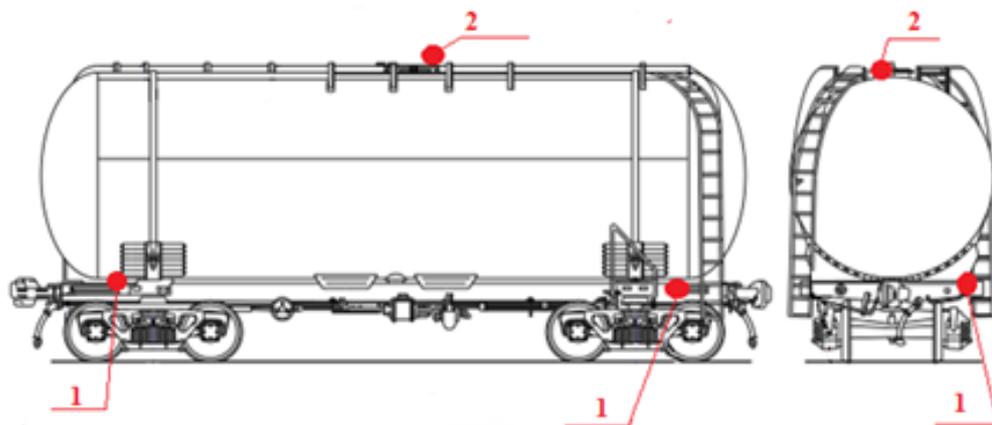


Рис. 1. Расположение датчиков на вагоне-цистерне  
1 – гироскопический датчик; 2 – датчик избыточного давления и температуры

Гироскопический датчик позволит определить угол отклонения цистерны от истинного уровня горизонта. При превышении угла отклонения датчик будет передавать сигнал, на систему мониторинга, выводя его на монитор. Датчик избыточного давления и температуры поможет определить, не превышает ли температура воздуха в цистерне допустимых пределов, а так же при измерении давления поможет избежать нарушения целостности цистерны и взрыва вагона.

Полувагоны, будут оснащены двумя датчиками, которые предназначены для измерения температуры, веса и угла наклона, расположение которых представлены на рис. 2.

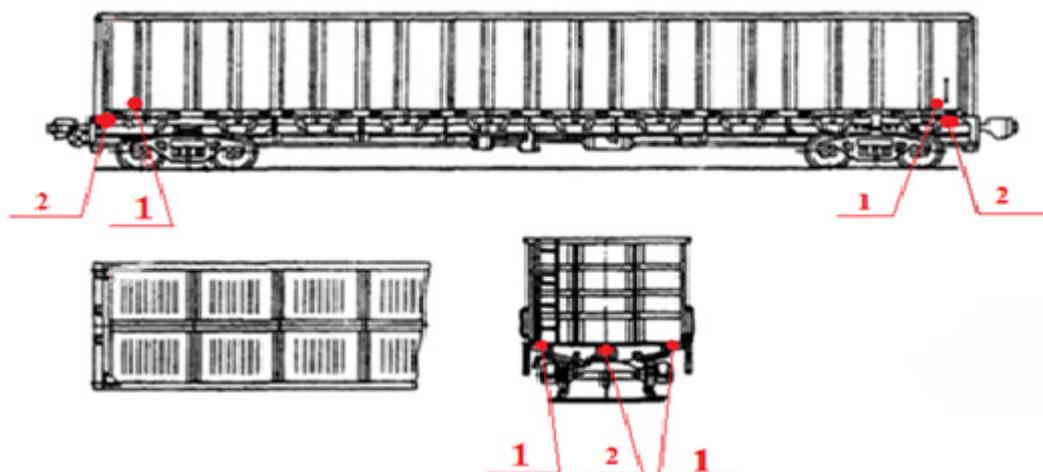


Рис. 2. Расположение датчиков в полувагоне  
1 – гироскопический датчик; 2 – тензорезисторный датчик

Также гироскопический датчик поможет определить, не превышает ли угол наклона допустимых пределов. Тензорезисторные датчики веса будут контролировать тоннаж вагонов.

Пассажирские вагоны требуют особую систему безопасности движения и пассажиров на пути следования. Для обеспечения безопасности в пассажирских вагонах будут установлены два датчика, а так же камера, которая будет фиксировать правые нормы в вагонах подвижного состава. Расположение датчиков и камеры представлены на рис. 3.

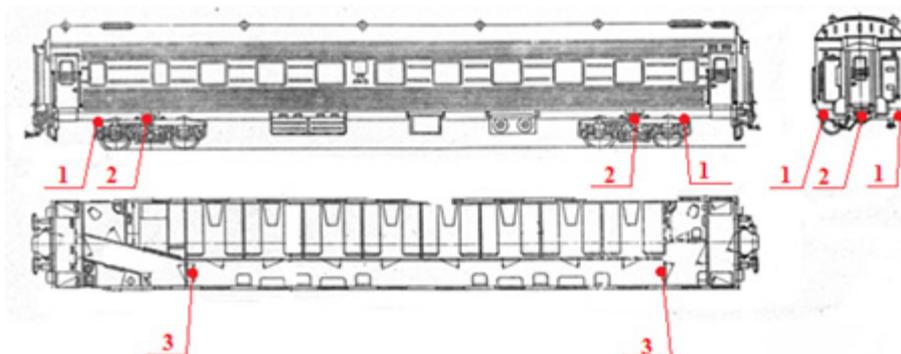


Рис. 3. Расположение датчиков в пассажирском вагоне  
1 – гироскопические датчики; 2 – тензорезисторные датчики веса;  
3 – купольные камеры слежения

На сегодняшний день ОАО «РЖД» разрабатывает все новые технологические решения и методы для обеспечения должной безопасности. Холдинг постоянно совершенствуется и развивается в инновационной сфере, тем самым повышая качество услуг и деятельности всех служб в организации. Применение инновационных технологий позволяет холдингу не уступать конкурентам в развитии компании.

Однако существует процент аварийных происшествий, приводящих к большим как человеческим, так и материальным потерям. Проведя исследование проблемы, удалось выявить основные причины крушений поездов и аварий. Для решения проблемы была создана система регистрации внештатных ситуаций, которая будет производить измерения параметров положения и габаритов подвижного состава, что позволит предупредить аварийные ситуации на пути следования поезда.

#### Библиографический список

1. Распоряжение ОАО РЖД №Зр от 17 января 2011г «О системе технического обслуживания и ремонта локомотивов ОАО «РЖД»» Изд-во стандартов 2011

2. Технические условия на работы по реконструкции (модернизации) и ремонту железнодорожного полотна, Изд-во - Центр «Транспорт» 2014

УДК 519.257+51-75

**Е. В. Кириллов**

магистрант кафедры высшей математики и механики

**А. О. Смирнов**

д-р физ.-мат. наук, доц. – научный руководитель

### АНАЛИЗ СТРАХОВЫХ ВЗНОСОВ ДЕРЖАТЕЛЯ КРЕДИТНОЙ КАРТЫ СИТИБАНКА

Страховые компании предлагают держателям кредитных карт различные страховые продукты. Одним из таких продуктов является программа, которая позволяет обеспечить финансовую поддержку семьи и выполнение обязательств перед банком по договору кредитной карты благодаря получению страховой выплаты. При наступлении страхового случая страховая компания возьмет на себя не только погашение основного долга по кредитной карте, но и обеспечит дополнительную финансовую поддержку, когда она особенно нужна.

Программа страхования, предоставляемая держателям кредитных карт Ситибанка [1], предусматривает страховую защиту на случай наступления следующих страховых событий (страховых рисков):

- 1) временная утрата трудоспособности Застрахованного лица по любой причине;
- 2) инвалидность 1-й или 2-й группы Застрахованного лица по любой причине;
- 3) смерть Застрахованного лица по любой причине;
- 4) дожитие Застрахованного лица до потери работы по причине прекращения бессрочного трудового договора по инициативе работодателя в связи:

– с ликвидацией организации (п. 4 ст. 77, п. 1 ч. 1 ст. 81 Трудового кодекса Российской Федерации), а также в связи с прекращением деятельности филиала, представительства или иного обособленного структурного подразделения организации, расположенного в другой местности, в отношении работника этого подразделения (п. 4 ст. 77, ч. 4 ст. 81 Трудового кодекса Российской Федерации);

– с сокращением численности или штата работников организации (п. 4 ст. 77, п. 2 ч. 1 ст. 81 Трудового кодекса Российской Федерации).

До августа 2015 г. держателям кредитных карт Ситибанка участие в данной программе предлагала страховая компания РОСНО. В августе 2015 г. эта компания была заменена на страховую группу «Альянс».

Цель настоящей работы заключается в анализе выписок по кредитной карте и выводе формул вычисления страховых взносов страховым компаниям по данной программе страхования.

Рассмотрим для начала данные банковских выписок Ситибанка с января 2014 г. по июль 2015 г. (табл. 1). В этой таблице приведены данные по взносам в страховую компанию РОСНО на данную программу, текущий баланс по банковской выписке, оборот средств по карте за месяц, значения средних и максимальных чеков в выписке. Внизу таблицы приведены коэффициенты корреляции указанных величин с взносами в страховую компанию.

Нетрудно видеть, что страховые взносы формируются исходя из текущего баланса по банковской выписке. Вычисляя коэффициенты парной линейной регрессии  $y=ax+b$ , где  $y$  – взносы,  $x$  – баланс, получаем  $a=0,007838086$ ,  $b=-3,218913195$ .

Глядя на значения коэффициентов, можно предположить, что мы учли не все условия формирования взносов. Заметим, что в день выписки происходит списание средств на другие банковские продукты в сумме 410 руб. Вычтем из баланса эту сумму и сумму страхового взноса и заново вычислим коэффициенты парной регрессии ( $y$  – взносы,  $x$  – исправленный баланс):  $a=0,0079$ ,  $b=-0,005339785$ .

МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

Из значений коэффициентов следует, что страховые взносы в страховую компанию РОСНО формировались в размере 0,79% от баланса по кредитной карте на день перед выпиской.

Таблица 1

**Данные банковских выписок Ситибанка страховой компании РОСНО, руб.**

Год	Месяц	Взносы	Баланс	Оборот	Чек (ср)	Чек (макс)
2014	1	453,18	58227,88	58955,98	2563,303	15200
	2	270,14	34875,63	37647,75	2091,542	14690
	3	204,29	26473,92	26598,29	1773,219	4936
	4	356,24	45860,71	49425,69	2907,394	13013,65
	5	347,63	44761,5	48061,35	2089,624	5363,85
	6	229,43	29681,26	66355,76	2654,23	9080
	7	18,39	2756,85	103075,6	4481,547	24200
	8	241,67	31244	166487,2	3619,286	39383
	9	257,95	33321,04	42077,04	1275,062	4100
	10	338,36	43579,85	45258,81	1885,784	12130
	11	444,79	57158,43	63576,03	1869,883	15290
	12	309,55	39903,55	43173,12	1962,415	23803,08
2015	1	506,73	65060,89	65157,34	3257,867	13908,6
	2	375,73	48346,79	48785,9	2869,759	9400
	3	206,8	26794,66	28447,87	1896,525	9138
	4	340,49	43851,32	72056,66	2771,41	10970
	5	43,76	5994,16	32142,84	2008,928	6790
	6	316,68	40812,8	40818,64	2267,702	11200
	7	229,7	29716,35	43903,55	2439,086	13950
Корреляция			1	-0,0662	-0,14152	-0,06206

Выплаты страховой группе «Альянс» приведены в табл. 2. Как нетрудно видеть, основные правила формирования взносов остались теми же: т.е. взносы формируются по текущей банковской выписке. Вычисляя коэффициенты парной регрессии ( $y$  – взносы,  $x$  – исправленный баланс), получаем:  $a=0,0069$ ,  $b=-0,004327981$ .

Следовательно, страховые взносы в страховую группу «Альянс» формируются в размере 0,69% от баланса по кредитной карте на день перед выпиской.

Таблица 2

**Данные банковских выписок Ситибанка страховой группе «Альянс», руб.**

Год	Месяц	Взносы	Баланс	Оборот	Чек(ср)	Чек(макс)
2015	8	740,53	108474	119065,5	2480,531	12255
	9	297,93	43887,5	45413,47	1464,951	4697,1
	10	231,96	34259,8	110372,3	5809,068	69900
	11	474,15	69601,71	70341,91	2930,913	13950
	12	761,56	111542,8	111941,1	4664,213	25307
2016	1	233,59	34497,82	37955,01	1807,381	5229,5
	2	206,34	30520,93	36023,11	2251,444	8990
	3	247,92	36588,6	37067,67	1950,93	7569,5
	4	547,96	80373,44	80784,84	4251,834	23972
Корреляция			1	0,735382	0,293012	-0,02172

Таким образом, анализ данных позволяет сделать вывод, что одной из причин, по которым Ситибанк сменил страховую компанию – это меньшие страховые премии. Отметим, что на этом примере мы реально видим, как одна страховая компания, предложившая более выгодные условия, вытеснила другую. Также на этом примере мы видим, что меньшую страховую премию предложила страховая группа, имеющая больший объем портфеля страховых договоров, как и полагается в теории [2]. Этот пример также показывает, что хотя Ситибанк не имеет прямой выгоды в результате изменения страховой премии, замена страховой компании была произведена. Это следует учитывать страховым компаниям при расчетах и назначениях страховых премий.

### Библиографический список

1. [https://www.citibank.ru/russia/insurance/rus/trav\\_safe.htm](https://www.citibank.ru/russia/insurance/rus/trav_safe.htm)
2. Актуарные расчеты: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Ю.Н. Миронкина, Н.В. Звездина, М.А. Скорик, Л.В. Иванова. – М.: Издательство Юрайт, 2015. – 663с.

### УДК 620.98

#### **А. В. Коковина**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

#### **А. Ю. Гулевитский**

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

По территории нашей страны проложено, прокладывается и планируется проложить огромное количество трубопроводов, которые доставляют топливо в разные регионы. Площадь большая и затраты на логистику велики. Концепция распределенной энергетики подразумевает строительство дополнительных источников в непосредственной близости от потребителей. Количество и способность вырабатывать необходимую мощность устанавливается исходя из оценки потребности в ней. Электроэнергией обеспечены 98% населения, а вот центральным отоплением только 63%, еще 20% пользуются индивидуальными установками и 15% печным. В сельской местности и труднодоступных регионах страны проблема обеспечения энергией стоит достаточно остро [1]. Ориентация на местные ресурсы зачастую отсутствует даже без экономического обоснования. Для решения данной проблемы, предлагается алгоритм, который является базисом для дальнейшего строительства архитектуры системы энергетического обеспечения, распределения и интеллектуального управления. Для его применения, необходимо на исследуемой территории измерять запасы, различного рода ресурсов источников энергии, в том числе альтернативных.

Исходные данные для ввода в алгоритм собираются либо с датчиков, либо вносятся оператором. Могут учитываться:

- запасы минерально-сырьевой базы (газ, нефть, уголь, уран, торф);
- наличие водных и геотермальных ресурсов;
- возможность использования биотоплива (промышленные отходы);
- солнечная радиация;
- ветровая энергия.

Для выявления количества запасов первой категории обращаемся в хранилище статистической информации. Второй пункт оценивается визуально, а также с помощью приборов, фиксирующих важные показатели, присущие данным ресурсам (скорость течения, глубина, перепады высот и др.). Учет отходов предприятий, расположенных на заданной территории, показывает данные для третьего пункта. Измерение солнечной радиации возможно несколькими приборами: актинометры, пиранометры, пиргелиометр, гелиограф.

Простейшим прибором для измерения возможности выработки энергии на основе ветра является анемометр, иначе прибор для измерения скорости ветра.

Собранные данные являются началом алгоритма, на выходе которого мы получим наиболее перспективные местные ресурсы для использования в качестве базиса установки автономных децентрализованных станций для выработки энергии. Данный алгоритм представлен на рис. 1.

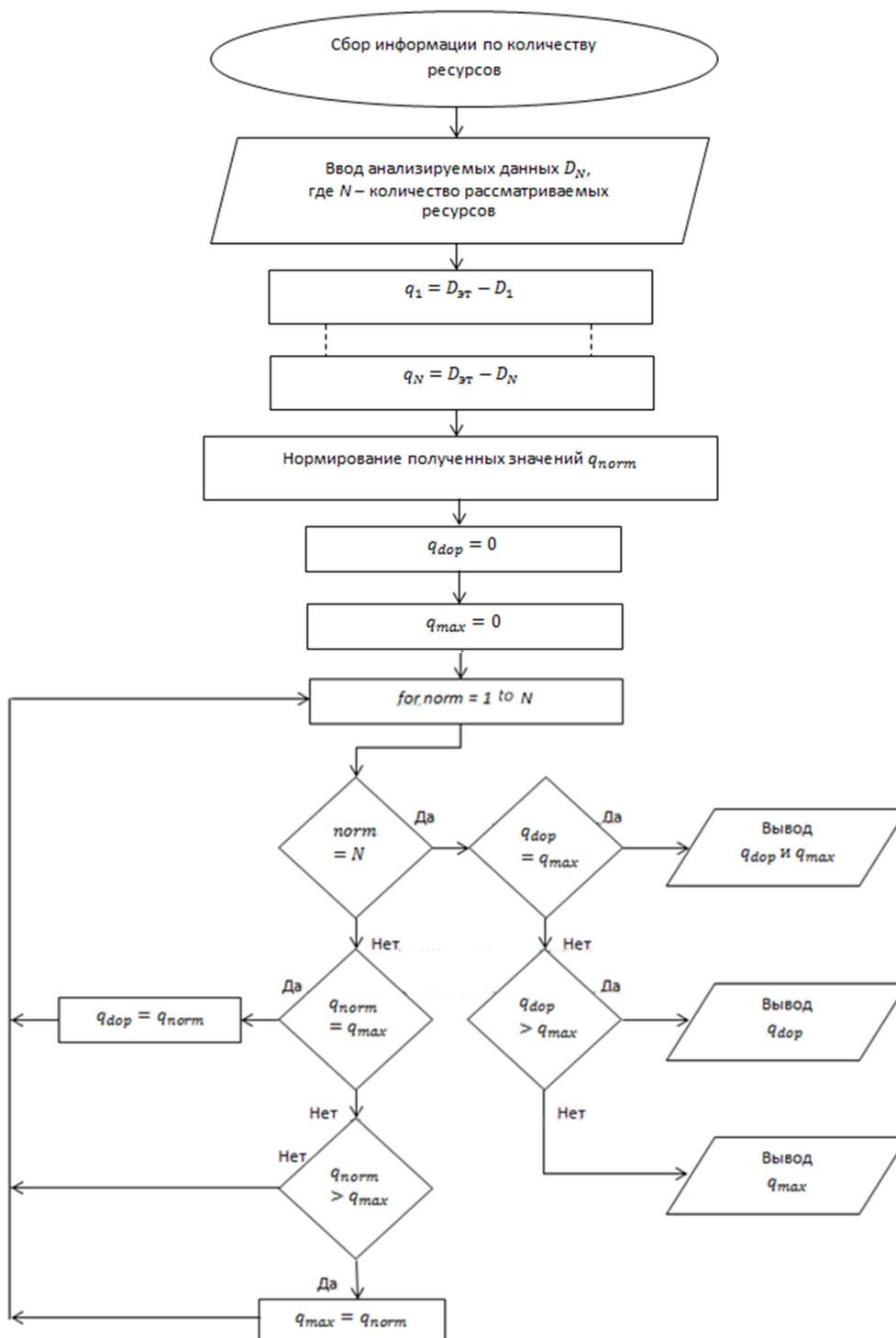


Рис. 1. Алгоритм учета приоритетных местных энергетических ресурсов

В представленном алгоритме собранная информация о ресурсах вводится в виде числовых значений. Для того чтобы можно было сравнивать полученные значения ресурсов, необходимо привести эти данные к единой системе и провести их нормировку. Далее, полученные результаты сравниваются друг с другом для того, чтобы выявить либо самое выгодное значение, либо два значения в случае их

равенства. Сравнение производится в алгоритме по нескольким условиям, что наглядно видно на блок-схеме алгоритма.

Представленный алгоритм позволяет найти в списке рассматриваемых значений максимальное или, если максимальными являются два рассматриваемых значения, выводить их оба.

Для работы любого объекта распределенной энергетической сети требуется коммуникационное и информационное сообщение между станцией и единой сетью подачи энергии. Решение поставленной задачи представляется в инновационном направлении – создании интеллектуальной системы управления и распределения энергетических ресурсов.

Система интеллектуального управления должна решать следующие задачи:

- синхронизация с единой сетью;
- мониторинг в реальном времени нагрузки единой сети;
- регулирование поставки накопленной энергии с децентрализованной станции в единую сеть;
- автоматический перевод в изолированное состояние в случае аварии.

Интеллектуальные системы отличаются от систем автоматического управления возможностью оценивать не только количественную, но и качественную информацию, что максимально приближает их к «человеческой логике». Основным преимуществом интеллектуальной сети является использование знаний, а не данных, как в автоматической. Буквальная формулировка термина «данные» – это комплекс информации, совместимый в рамках некоторой формальной системы, а «знания» – это базирующиеся на данных способы изменения компонент системы.

В процессе управления: данные – это информация, характеризующая ситуацию, которая складывается при взаимодействии системы с реальным миром; знания – это информация о взаимосвязях в каждой конкретной ситуации и о возможном дальнейшем развитии событий в системе. Знания описываются с помощью естественного языка, который для восприятия технических средств является нечетким и неопределенным. Чтобы интеллектуальная система могла работать, подобно человеку, со знаниями, их необходимо формализовать каким-то языком, понятным технике.

Интеллектуальная система должна обладать возможностью обучения, адаптации и накоплению знаний об управляемом объекте. Изначально система получает базисные знания, вводимые экспертами в данной отрасли (энергетика). Тем самым можно выбрать из методов построения интеллектуальной архитектуры – экспертную систему. Она разрабатывается с использованием математического аппарата нечеткой логики и эксплуатируется в узких областях применения, так как требует больших ресурсов для хранения данных.

Человек (специалист) может передать свой опыт вербальным методом. Поэтому знания представляются с помощью лингвистических переменных и нечетких множеств, что дает основание для выбора метода нечеткой логики при разработке методики построения системы интеллектуальной связи объектов распределенной энергетической сети.

Нечеткая переменная характеризуется тройкой  $\langle \alpha, X, A \rangle$ , где  $\alpha$  – наименование переменной;  $X$  – универсальное множество (область определения  $\alpha$ );  $A$  – нечеткое множество на  $X$ , описывающее ограничения  $\mu_A(x)$  на значения нечеткой переменной  $\alpha$  [2].

Лингвистическая переменная – это набор  $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$ , где  $\beta$  – наименование лингвистической переменной;  $T$  – множество ее значений (терм-множество), представляющих собой наименования нечетких переменных, областью определения каждой из которых является множество  $X$ ;  $G$  – синтаксическая процедура, позволяющая оперировать элементами терм-множества  $T$ , в частности, генерировать новые термы (значения);  $M$  – семантическая процедура, позволяющая превратить каждое новое значение лингвистической переменной, образуемое процедурой  $G$ , в нечеткую переменную, т. е. сформировать соответствующее нечеткое множество. Работа системы с нечеткой логикой представлена в виде блок-схемы на рис. 2.

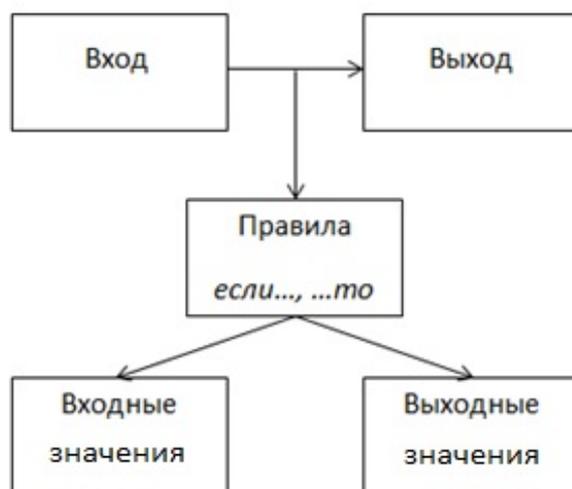


Рис. 2. Работа системы с нечеткой логикой

Построенная база знаний будет являться ядром интеллектуальной системы. В ней содержатся правила управления и распределения. Для того чтобы преобразовать знания, требуются блоки ввода и вывода, описание, а также возможность их коррекции (расширения базы данных).

Ввод и вывод характеризуют процессы фаззификации и дефаззификации – прямого и обратного преобразований количественных и качественных показателей свойств объекта. База знаний содержит таблицу нечетких отношений между лингвистическими переменными, которые введены экспертом с помощью языка продукционных правил. Расширение базы необходимо, так как предусмотреть все возможные ситуации группа экспертов не может, поэтому существует специальный модуль в алгоритме, для корректировки и внесения новых знаний лицом, принимающим решение (ЛПР) или экспертом. Этот модуль отвечает за так называемое обучение системы. Так как система должна быть по возможности самообучающейся, в алгоритм вводится блок-анализатор, который отвечает за отслеживание действий ЛПР или эксперта и в ходе диалога с ним выясняет, какие переменные состояния и управления объекта побудили принять данное решение об управлении объектом в текущий момент времени, каким образом оператор соотносит текущие переменные состояния и управления с соответствующими лингвистическими переменными и нечеткими множествами. Накапливая такую информацию, система самостоятельно пополняет базу данных. Чем дольше работает система, тем меньше неизвестных ей ситуаций будет возникать, тем чаще она будет выдавать в качестве совета свой вариант управления текущим состоянием объекта.

Представленный способ объединяет в себе систему с интеллектуальным интерфейсом и самообучающуюся систему, представленную на рис. 3. Первая представляется в виде базы данных на основе экспертной системы, а вторая может строиться на основе одного из методов:

- индуктивные системы;
- нейронные сети;
- системы, основанные на прецедентах.

Создание интеллектуальной системы является комплексной разработкой специалистов различных квалификаций – программисты, менеджеры, инженеры и другие. На современном этапе развития науки в целом, можно заметить тенденцию теоретической обоснованности, но сложность практической реализации идей. Поэтому создаются открытые банки хранения концепций для совместного поиска решения и претворения их в жизнь.

В последнее десятилетие во всем мире интенсивно развивается направление научно-технологического инновационного преобразования электроэнергетики на базе новой концепции, получившей название Smart Grid, интерпретированное в различных переводах, в основном, как «интеллектуальная (умная) сеть (энергосистема)».

Основными идеологами разработки такой концепции выступили США и страны Европейского Союза (ЕС), принявшие ее как основу своей национальной политики энергетического и инновационного развития. В последующем концепция Smart Grid получила признание и развитие практически во всех

крупных индустриально развитых и динамично развивающихся странах, где развернут широкий спектр деятельности в этом направлении. Россия не исключение и уже несколько лет ведет разработку собственных положений об инновационной сети, так как для каждой страны свое видение внедрения этой системы и ее возможностей [3, 4].

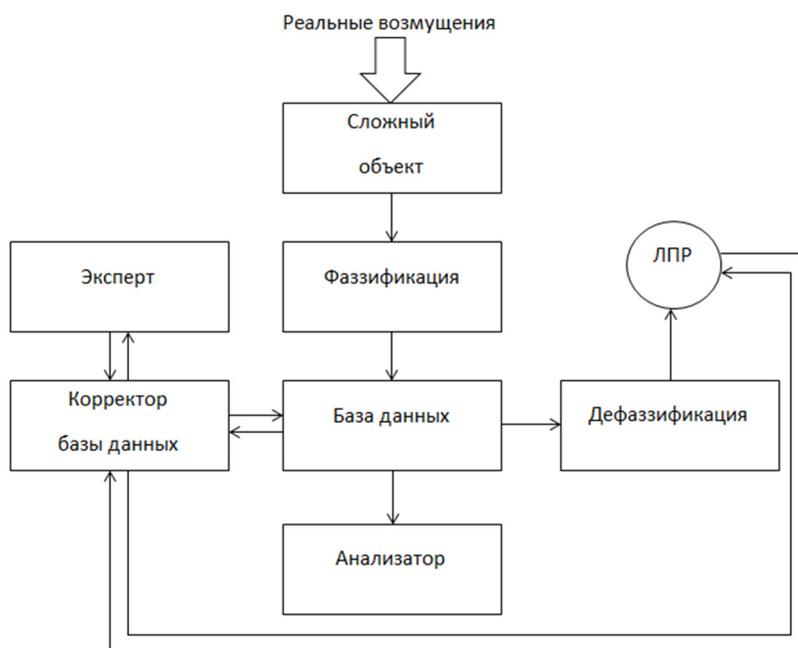


Рис. 3. Блок-схема работы интеллектуальной системы

Разработанный метод построения интеллектуальной связи между объектами распределенной электрической сети может являться одним из направлений Smart Grid в России.

### Библиографический список

1. Институт энергетических исследований российской академии наук [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.eriras.ru/>
2. Рубанов, В. Г. Интеллектуальные системы автоматического управления. Нечеткое управление в технических системах: учебное пособие / В. Г. Рубанов, А. Г. Филатов; БГТУ им. В. Г. Шухова. 2-е изд., стер. Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. 170 с.
3. Tzafestas, S.G. Engineering Systems with Intelligence: Concepts / S.G. Tzafestas – Tools and Applications. Springer Science & Business Media, 2012. – 689 с.
4. Егоров В., Кужеков С. Интеллектуальные технологии в распределительном электросетевом комплексе// «ЭнергоРынок. 2010. № 6. С. 12–18.

УДК 004.855.5

**М. А. Лагунов**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. В. Чабаненко**

научный руководитель

### МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ МЕТОДОМ ПОДКРЕПЛЕНИЯ

Мировой опыт показывает, что обучение человека происходит методом проб и ошибок на протяжении всей его жизни, начиная от умения ползать и ходить, и заканчивая получением высшего образования.

Обобщить данный метод можно таким образом: действие=>результат=>анализ, после чего цикл повторяется. Инженеры подразделения Google DeepMind поставили задачу применить данный метод к обучению искусственного интеллекта.

В ходе эксперимента было выдвинуто предложение обучать машину на видеоиграх компании Atari, таких как Pinball, Boxing, Gopher и др. Всего было взято 49 различных игр, которые из-за своей простоты не представляли большой сложности для выяснения цели самой игры и особенностей игрового процесса. Система обучилась набирать очки, не зная правил и не имея доступа к коду, а просто наблюдая за картинкой на экране. Искусственному интеллекту (который назвали DQN от deep Q-network) не сообщали правила игры. Нейросеть, исходя из полученных данных, самостоятельно анализировала состояние и искала способ, каким образом набрать максимальное количество очков. При обучении и принятии решения она учитывала только четыре последних кадра. Ниже приведен график отношения количества очков, набранных с помощью алгоритма DQN к количеству очков набранными лучшими аналогами на примере нескольких игр (рисунок).

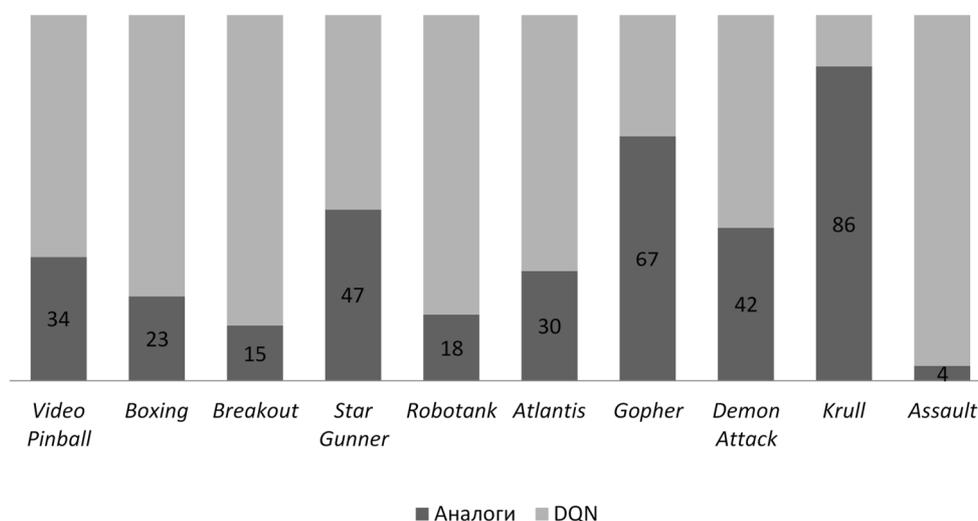


Рис. Сравнение алгоритма DQN с аналогами. Результаты DQN приняты за 100

Следует отметить, что искусственный интеллект DQN показал всю свою мощь на простых аркадных играх, таких как Breakout, одна из версий Арканоида, Robotank и других, где требуется лишь внимание и хорошая реакция игрока. На играх, в которых уже требуется некоторое воображение, планирование на некоторое время вперед, таких как Krull, система DQN показала низкие результаты, связано это с отсутствием у нее такого понятия, как абстрактное мышление.

Результаты проведенного эксперимента: алгоритм DQN, за счет эффективного использования заложенных в него функций, опередил прежние алгоритмы машинного обучения в 43 из 49 игр. Более чем в половине игр алгоритм превосходил более чем на 75% уровень профессиональных людей-игроков.

Система работает следующим образом: в алгоритмы DNQ включены несколько ключевых особенностей, которые впервые позволили использовать мощности глубоких нейронных сетей (Deep Neural Networks) в рамках машинного обучения, таким образом, определяя, как следует действовать в заданных условиях, для того, чтобы увеличить совокупное количество очков (например, счет игры). Подобно использовался нейробиологический механизм «опыт воспроизведения»: на этапе обучения DNQ тренировался на образцах, используемых из базы предыдущих различных эпизодов. У человека подобным действием занимается отдел головного мозга гиппокамп (hippocampus) – ультрабыстрая реакция недавних событий во время отдыха (например, во время сна). Действительно, включение функции «опыт воспроизведения» имело большое значение для результативности алгоритмов DQN: отключение этой функции вызвало серьезное ухудшение производительности. Так же в основу функций системы лег метод глубинного изучения (deep learning), который основан на репрезентационном обучении.

Самообучение DQN предполагало анализ информации на экране в реальном времени, то есть обработку примерно 2 млн пикселей в секунду. Такими темпами искусственный интеллект в будущем

сможет научиться анализировать окружающую действительность настоящего мира в реальном времени, снимая все вокруг себя с помощью видеокамер. Это открывает для него совершенно новые области применения.

Предполагается, что данные алгоритмы дадут исследователям возможность подробнее изучить процессы человеческого обучения.

Работа такой системы на данный момент демонстрирует выполнение лишь простейших задач, однако подобные технологии могут помочь в разработке элементов виртуальной реальности и робототехники. Робот, как и система DQN, должен будет суметь сложить свое представление об окружающей среде из пикселей изображений, получаемых его камерами. И на основе полученного представления, робот сможет планировать свои действия, нацеленные на выполнение поставленной ему задачи. Так же, по мнению экспертов, система DQN имеет все шансы найти применение в рекламной стратегии компании Google. Пиксели аркадных игр являются аналогом многочисленных данных, которые поисковик собирает об отдельных пользователях, а очки – аналогом прибыли от рекламы. Обучение с подкреплением пригодится для улучшения качества объявлений: чем чаще на них кликают, тем больше очков получает система.

### **Библиографический список**

1. From Pixels to Actions [Электронный ресурс] / Google Research Blog. – Режим доступа: <http://googlere-search.blogspot.com>, свободный (Дата обращения 09.03.2015 г.).
2. Human-level control through deep reinforcement learning [Электронный ресурс] / International Journal of Science. – Режим доступа: <http://www.nature.com>, свободный (Дата обращения 09.03.2015 г.).

### **УДК (658.5.012.1)**

#### **А. А. Макеева**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

#### **С. А. Назаревич**

канд. техн. наук – научный руководитель

## **МОДЕЛИ И МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА НОВШЕСТВА**

Для повышения эффективности деятельности научно-производственных систем разрабатываются такие организационно-технические решения, как методики и модели оценки технического уровня, методики анализа инновационного потенциала как предприятия, так и новой продукции.

Технический уровень продукции – это относительная характеристика качества продукции, основанная на сопоставлении значений показателей качества, характеризующих техническое совершенство оцениваемой продукции, с соответствующими базовыми значениями. Таким образом, определяя технический уровень продукции, можно составить представление о характеристиках качества этой продукции [1].

Определение технического уровня новой продукции способствует выявлению перспективных технологий, которые обеспечат в будущем предприятию-разработчику успех на рынке, включая опережающее развитие по сравнению с конкурентами.

В целях реализации Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г. «Инновационная Россия – 2020» необходимо обратить внимание на процесс выявления и стимулирования потенциала разрабатываемой продукции отечественных производителей.

Под неклассифицируемым инновационным потенциалом разрабатываемой продукции понимается новшество. Исследование сути новшества сводится к анализу его технического уровня. Проведение процедуры оценки технического уровня заключается в сравнении характеристик исследуемого новшества и аналогичными образцами продукции, а также в сопоставлении характеристик новшества и эталонного образца.

Целью данной работы является предложение методики проведения анализа конкурентоспособности объекта по показателям технического уровня на любом этапе жизненного цикла для оценки технического новшества.

В табл. 1 представлен анализ технического уровня амфибийного судна на воздушной подушке «Корсар» [4], в качестве аналога выбран лёгкий катер-амфибия на воздушной подушке «Стрелец» С-51 RT [5]. В таблицу была добавлена графа сравнения технических характеристик новшества с общепринятым эталоном в рассматриваемой отрасли.

Таблица 1

**Анализ технического уровня**

Характеристики	Новшество	Конкурент	Отклонение показателей от аналога, %	Эталонный объект	Отклонение показателей от эталона, %
Габариты, м:					
Длина	5,0	5,2	-3,85	5	0
Ширина	2,2	2,3	-4,35	2,1	4,76
Высота	2,4	1,8	33,33	2,2	9,09
Мощность, л.с.	240	50	380	150	60
Пассажировместимость, чел	3	4	-25	5	-40
Грузоподъемность, кг	400	400	0	400	0
Сухой вес, кг	850	320	165,63	300	183,33
Расход топлива, л/ч	21	20	5	20	5
Максимальная скорость, км/ч:					
по воде	90	90	0	90	0
по снегу	90	70	28,57	90	0
Высота преодолеваемых препятствий, м	0,4	0,3	33,33	0,5	-20
Дальность хода, км	400	250	60	400	0
<b>Показатели надежности</b>					
Особенности корпуса, балл	Пластиковый корпус, обладающий низкой склонностью к обмерзанию, не критичен к низким температурам и обладающий высокой прочностью – 2	Стержневая конструкция корпуса с упругими связями – 3	-33,33	3	-33,33
Ремонтпригодность, балл	Ремонтпригодность с возможностью замены любых корпусных деталей в кратчайшие сроки – 3	Не требует специальных условий – 3	0	3	0
<b>Показатели эргономичности</b>					
Устройство сидений, балл	Возможность самостоятельного внесения изменений в конструкцию – 2	Раскладные либо съемные сиденья – 3	-33,33	3	-33,33

Анализ технического уровня производится в соответствии с оценкой показателей, формирующих внутреннюю сущность объекта:

$$ПТУН = \sum \frac{P_H}{P_K} m_i \quad (1)$$

где ПТУН – показатель технического уровня новшества,  $P_H$  – показатель качества новшества,  $P_K$  – показатель качества конкурента-аналога,  $m_i$  – весовой коэффициент [3].

Показатели оцениваемой продукции и аналогов нормируются делением показателей новшества на соответствующие показатели аналога. Показатели весовости расставляются при помощи экспертной оценки и являются безразмерными величинами (табл. 2).

Таблица 2

**Расчет ПТУН**

Характеристика	Новшество	Конкурент	Относительное значение $q_i$	Весовой параметр $m_i$	ПТУН
<b>Показатели назначения</b>					
Габариты, м:					
Длина	5,0	5,2	0,96	0,05	0,05
Ширина	2,2	2,3	0,96	0,05	0,05
Высота	2,4	1,8	1,33	0,05	0,07
Мощность, л.с.	240	50	4,8	0,1	0,48
Пассажировместимость, чел	3	4	0,75	0,08	0,06
Грузоподъемность, кг	400	400	1	0,1	0,1
Сухой вес, кг	850	320	2,66	0,02	0,05
Расход топлива, л/ч	21	20	1,05	0,1	0,11
Максимальная скорость, км/ч:					
По воде	90	90	1	0,1	0,1
По снегу	90	70	1,29	0,1	0,13
Высота преодолеваемых препятствий, м	0,4	0,3	1,33	0,04	0,05
Дальность хода, км	400	250	1,6	0,1	0,16
<b>Показатели надежности</b>					
Особенности корпуса, балл	Пластиковый корпус, обладающий низкой склонностью к обмерзанию, не критичен к низким температурам и обладающий высокой прочностью – 2	Стержневая конструкция корпуса с упругими связями - 3	0,67	0,03	0,02
Ремонтопригодность, балл	Ремонтопригодность с возможностью замены любых корпусных деталей в кратчайшие сроки – 3	Не требует специальных условий - 3	1	0,05	0,05
<b>Показатели эргономичности</b>					
Устройство сидений, балл	Возможность самостоятельного внесения изменений в конструкцию - 2	Раскладные либо съемные сиденья - 3	0,67	0,03	0,02
Средний взвешенный показатель					1,49

Отклонение показателей исследуемого объекта от показателей конкурента в процентном выражении позволяет судить об уровне развития предприятия-производителя, а также скорректировать стратегию продвижения продукции предприятия в техническом и технологическом аспектах по отношению к конкурентам.

Исходя из табл. 3 новшество (амфибийное судно на воздушной подушке «Корсар») обладает нормальным техническим уровнем.

Затем из всего числа технических характеристик были выбраны улучшенные (по сравнению с аналогом). Столбец «Улучшение» содержит в себе значение, количественно характеризующее изменения, вносимые в продукт. Следовательно, результат изменений определен как достижение качественно новых характеристик и значительное превышение уровня социальных требований (табл. 4).

Таблица 3

**Интервальная шкала оценки технического уровня**

Интервал	Качество технического уровня
0<ПТУН<0,1	Крайне низкий
0,1<ПТУН<0,2	Очень низкий
0,2<ПТУН<0,5	Низкий
0,5<ПТУН<1	Умеренный
1<ПТУН<3	Нормальный
3<ПТУН<6	Высокий
6<ПТУН<10	Очень высокий

Таблица 4

**Анализ улучшения характеристик**

Характеристики	Новшество	Конкурент	Улучшение, %
Показатели назначения			
Высота, м	2,4	1,8	33,33
Мощность, л.с.	240	50	380
Сухой вес, кг	850	320	165,63
Расход топлива, л/ч	21	20	5
Максимальная скорость, км/ч:			
По снегу	90	70	28,57
Высота преодолеваемых препятствий, м	0,4	0,3	33,33
Дальность хода, км	400	250	60

Рассчитаем инновационный уровень новшества:

$$ИннУр = \sum I_{ij} = I_{11} + I_{12} + I_{13} + I_{14} \quad (2)$$

Исходя из табл. 5, инновационный уровень продукта равен 2,94.

Это значение находится в интервале 2<ИннУр<5 (табл. 6), что с технической точки зрения соответствует уровню улучшающей инновации.

Таблица 5

**Анализ инновационности характеристик продукции**

Наименование изменений характеристик	Технические характеристики	Формула	Результат	Результат, %
Количество усовершенствованных	Высота	$I_{11} = \frac{P_{ус.те.показ}}{P_{общ.тех.показ}}$	$I_{11} = \frac{7}{15} = 0,47$	47
	Мощность, л.с.			
	Сухой вес, кг			

МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

Наименование изменений характеристик	Технические характеристики		Формула		Результат		Результат, %
технических характеристик (I <sub>11</sub> )	Расход топлива, л/ч						
	Максимальная скорость, км/ч: По воде По снегу						
	Высота преодолеваемых препятствий, м						
	Дальность хода, км						
Количество усовершенствованных потребительских характеристик (I <sub>12</sub> )	Высота		$I_{12} = \frac{P_{ус.те.показ}}{P_{общ.тех.показ}}$		$I_{12} = \frac{7}{15} = 0,47$		47
	Мощность, л.с.						
	Сухой вес, кг						
	Расход топлива, л/ч						
	Максимальная скорость, км/ч: По снегу						
	Высота преодолеваемых препятствий, м						
	Дальность хода, км						
Характеристика результатов изменений	Качество характеристик						
	0,2	0,4	0,7	0,8	1	2	
Степень прогрессивности новшества (I <sub>13</sub> )	Улучшение второстепенных характеристик объекта нововведения		Улучшение основных характеристик объекта нововведения	Существенное превышение основных характеристик объекта	Значительное превышение основных характеристик объекта нововведения	Достижение качественно новых характеристик	Получение новой продукции, впервые освоенной в народном хозяйстве
Создаваемый социальный эффект (I <sub>14</sub> )	Недостижение социальных требований (стандартов)	Обеспечение отдельных социальных требований	Обеспечение социальных требований (стандартов)	Улучшение предусмотренных нормами отдельных социальных требований	Улучшение всего комплекса норм	Значительное превышение уровня социальных требований	Превышение мирового уровня социальных требований

Таблица 6

**Шкала оценки инновационности продукции**

Интервал	Качество интервала
0 < ИннУр < 0,5	Псевдоинновация
0,5 < ИннУр < 2	
2 < ИннУр < 5	Улучшающая инновация
5 < ИннУр < 8	
8 < ИннУр < 10	Базисная инновация

Итак, новшество – амфибийное судно на воздушной подушке «Корсар» – обладает достаточным техническим уровнем, чтобы быть признанным улучшающей инновацией.

Данный проект был реализован в рамках стартап-компании, проводимой автономным учреждением Ханты-Мансийского автономного округа Югры «Технопарк высоких технологий». В качестве аналога была выбрана продукция крупного предприятия сектора ВПК на территории Северо-Западного региона России. Результаты проведенного анализа показали, что продукция малого инновационного предприятия обладает новизной улучшающей инновации, что положительно влияет на ее конкурентоспособность.

Таким образом, методика проведения анализа конкурентоспособности объекта по показателям технического уровня на любом этапе жизненного цикла доказала свою работоспособность.

### **Библиографический список**

1. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. – Москва. - 1979 г.
2. Пасько Т.В., Таров В.П. Оценка качества технических систем // Учебное пособие. – Тамбов. – 2014 г.
3. Назаревич С.А. Методика оценки инновационности продукции // Фундаментальные исследования. – 2015 г. - №3.
4. Лёгкий катер-амфибия на воздушной подушке «Стрелец» С-51 RT // Каталог продукции АО «НПП «Радар ММС».
5. Амфибийное судно на воздушной подушке "Корсар" // Технопарк высоких технологий Ханты-Мансийского округа Югры. [Электронный ресурс] URL: <http://www.tp86.ru/technopark/about/>

### **УДК 614.2**

#### **Ю. А. Модебадзе**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

#### **С. А. Назаревич**

канд. техн. наук – научный руководитель

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ ПУТЕМ ИНТЕГРАЦИИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ИНФОРМАЦИОННЫХ ИННОВАЦИЙ**

Система работы существующих медицинских учреждений не идеальна: большие очереди, возрастной персонал, качество приема и многое другое.

Пациент, придя в поликлинику, изначально дает себе установку, что прием у врача составит примерно два часа, из которых около 15 мин. выделится на сам прием, т.е. на консультацию о состоянии здоровья. Исходя из этого, пациент, выходя из медицинского учреждения, чувствует себя злым, уставшим и недовольным.

Актуальность данной темы заключается в том, что пациенты любых возрастов заинтересованы в улучшении качества предоставления услуг в медицинских учреждениях, так как часто оно не соответствует нормам ожидания среднестатистического человека. Эта тема очень важна для изучения, так как повышение качества функционирования медицинского учреждения способствует улучшению уровня здоровья пациентов как морального, так и физического.

С целью понимания, что конкретно требуется улучшить, нужно выявить корневую причину недовольств потребителей, т.е. пациентов. Для выявления корневой причины недовольств была использована причинно-следственная диаграмма, известная как диаграмма Исикавы (рис. 1) [1].



Рис.1. Причинно-следственная диаграмма

Во главе рыбьего скелета стоит проблема – недовольство потребителя. Ключевыми ребрами являются: технологии, материал, размещение и персонал. Каждое ребро характеризует определенные причины, которые вызывают недовольство потребителя. Для понимания взаимосвязей между проблемами была создана диаграмма родства (рис. 2).

Исследуя представленную диаграмму можно сделать вывод, что присутствует сильная взаимосвязь у проблемы высоких временных затрат с проблемами труднодоступности и отсутствия централизованности информации. Так же прослеживается четкая взаимосвязь между проблемами отсутствия централизованности информации и труднодоступностью данной информации потребителю. Таким образом, можно сделать вывод, что данные проблемы между собой тесно взаимосвязаны.

Учитывая степень взаимосвязи, для решения выявленных проблем, можно предложить следующие корректирующие действия:

- с целью уменьшения труднодоступности потребителя к информации разрешить доступ к персональной информации пациентам, согласно ст. 24 Конституции РФ [2];
- для обеспечения централизованности хранения информации осваивать новые современные программные средства, которые связаны с документационным оборотом;
- выполнение выше перечисленных корректирующих действий, которые способствуют естественному исчезновению проблемы высоких временных затрат.

Комплексное выполнение описанных корректирующих действий осуществляет организационно-информационная инновация в сфере медицины – электронная медицинская карта (ЭМК). ЭМК является современным программным средством, которое активно внедряется во всем мире. Например, в европейских странах ЭМК уже на 50–90% заменили обычные бумажные медицинские карты (БМК), в США – на 70% [3], что является довольно оптимистичным значением и почвой для доверия к данному проекту.

С целью доказательства улучшенного функционирования ЭМК было проведено сравнение временных показателей двух систем.

Результаты сравнения временных показателей БМК и ЭМК приведены в табл. 1.

Исходя из данных, приведенных в табл. 1, можно сделать вывод, что система ЭМК превосходит по всем параметрам БМК, за исключением доступности, где бумажные и электронные карты сравнивали счет, то есть отношение их показателей равняется 1.

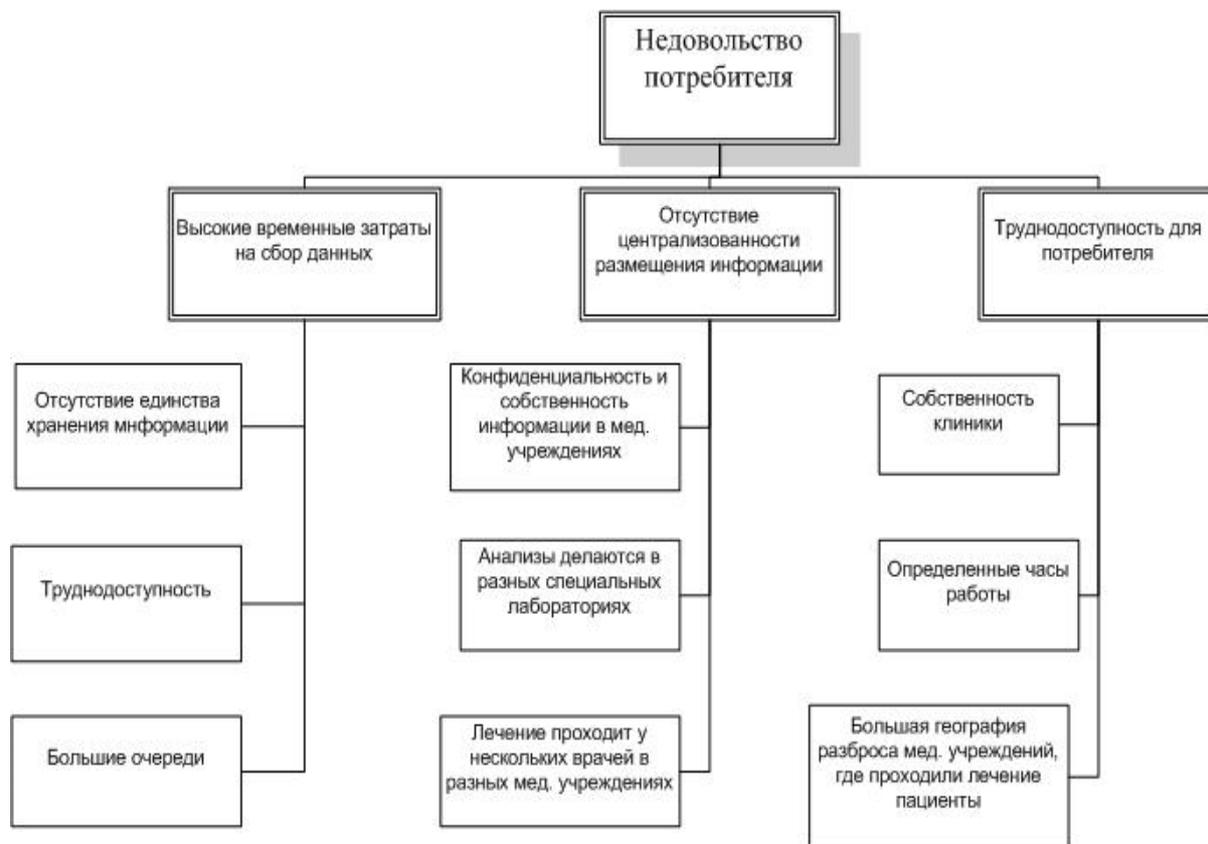


Рис. 2. Диаграмма сродства

Таблица 1

**Сравнение временных характеристик ЭМК и бумажной карты**

Наименование параметра	ЭМК	БМК	Отношение данных ЭМК/БМК
Поиск пациента (сек)	5	180	0,027
Открытие основной медицинской карты пациента (сек)	10	-	-
Загрузка полной медицинской карты пациента (без телемедицинских данных) (сек)	30	-	-
Загрузка информации по выданным лекарствам (сек)	30	-	-
Открытие одного осмотра пациента (сек)	10	3	3,33
Поиск врача пациентом в системе записи на прием (сек)	5	20	0,25
Получение (ежедневной) отчетности (мин)	5	30	0,16
Получение сводного отчета (мин)	10	60	0,16
Получение аналитических срезов (мин/срез)	1	15	0,06

Заостряя внимание на временных характеристиках, можно так же увидеть, что описываемые действия при использовании ЭМК выполняются гораздо быстрее, чем при БМК. Основываясь на этих данных можно затронуть вопрос о качестве приема врача, для этого нужно разобраться, на что тратится большая часть времени пациента при приеме, на сам прием или на его организацию (рис. 3).

Таким образом, можно сделать вывод, что время приема одного пациента с использованием старой системы равняется 74 мин., а время приема того же самого пациента при использовании электронных карт уменьшилась почти вдвое, то есть оно равняется 41 мин. Из гистограммы видно, что основное сокращение времени приходится на поиск карты и запись к врачу, так как это с внедрением электронной системы становится автоматизированным, исходя из этого, уменьшается и время простоя в очереди, что так же значительно сокращает время ожидания.

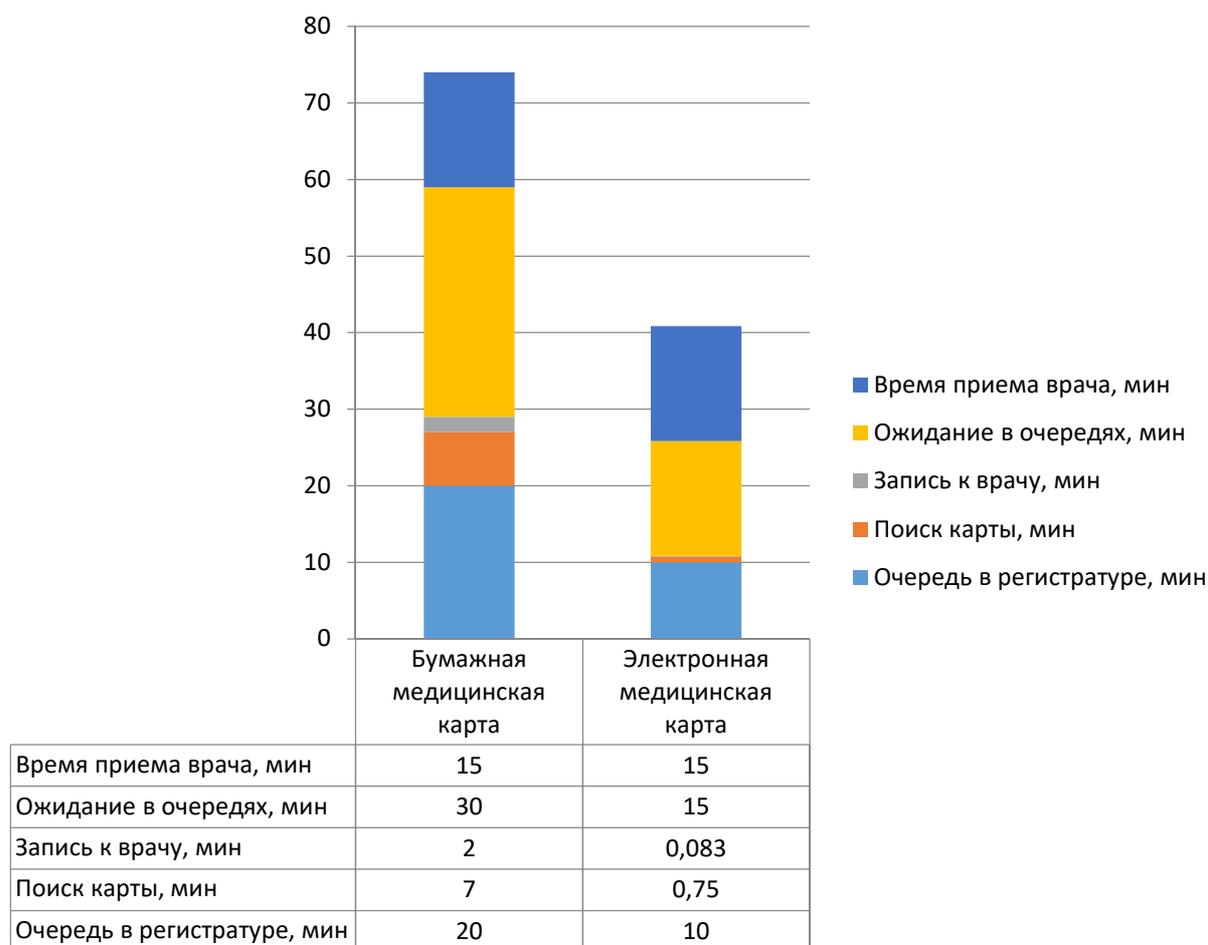


Рис. 3. Время приема одного пациента

Получается, что врач, с момента внедрения новой информационной системы станет работать гораздо эффективнее и сможет принимать примерно в два раза больше пациентов за день, что способствует увеличению производительности самого медицинского учреждения. Так же, благодаря данной инновации у врача уменьшится общий объем бумажной работы, так как система будет автоматически выводить все аналитические отчеты о приемах: статистика о заболеваниях, количество обращений граждан, число новых больных и число выписывающихся больных за день/ неделю/ месяц/ год и многое другое.

Подводя общий итог, хочется отметить, что приведенные данные доказывают способность электронной медицинской карты решить выявленные проблемы, так как она не только повышает качество обслуживания пациентов, но и повышает эффективность работы врачей, что способствует увеличению функционирования медицинского учреждения.

### Библиографический список

1. Исикава К. Японские методы управления качеством, изд.: М: «Экономика», 1988г., 199 с.
2. Конституция РФ, [Электронный ресурс] // Конституция Российской Федерации: официальный интернет-сайт, URL: <http://www.constitution.ru/>, (дата обращения 15.03.2016)
3. Гулиев Я.И., Гулиева И.Ф., Рюмина Е.В. Внедрение информационных систем// Аудит и финансовый анализ, №4, 2009, 8 с.

УДК 629.735.33

**А. В. Назарова**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**Е. Н. Киприянова**

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

### АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ ГУП «ВОДОКАНАЛ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА»

Актуальность темы заключается в том, что экологическая политика – основополагающий документ системы экологического менеджмента (СЭМ) на предприятии, его обновление повысит экологическую эффективность главного предприятия города по водоочистке.

Целью данной работы является совершенствование СЭМ на примере ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» путем внесения изменений в экологическую политику [1].

Можно выделить основные задачи:

- оценка влияния ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» на окружающую среду и действующей системы мониторинга;
- анализ существующей экологической политики предприятия;
- разработка рекомендаций по совершенствованию экологической политики предприятия.

В связи со стремительным ростом промышленности и большой нагрузкой на окружающую среду Международной организацией по стандартизации (International Organization for Standardization, ISO) была разработана серия международных стандартов по экологическому менеджменту ISO1400. Серия стандартов официально принята в 1996 г. с целью совершенствования и систематизации природоохранной деятельности предприятий. Русификация данных стандартов была пройдена в 1998 г. и они были опубликованы в качестве государственных ГОСТ Р ИСО 14000 [2]. На настоящий момент некоторые стандарты были пересмотрены и выпущены в новой редакции. Главной особенностью международных стандартов ISO 14000 является то, что они не определяют и не предписывают требований к природоохранной деятельности, тем не менее, они предъявляют требования к фундаментальным элементам и организационной структуре системы экологического менеджмента (СЭМ) любой организации, вне зависимости от ее сферы деятельности и масштаба.

Экологическая политика в процессе внедрения и улучшения СЭМ является определяющим показателем экологической эффективности предприятия. Данная политика – необходимый фундамент для определения организацией своих целевых и плановых показателей.

ГОСТ Р ИСО 14001 предписывает следующие требования к разработке экологической политики на предприятии. Высшее руководство должно определить экологическую политику организации и обеспечить, чтобы эта политика:

- соответствовала характеру, масштабу и воздействиям на окружающую среду деятельности организации, продукции или услуг;
- включила обязательство в отношении постоянного улучшения окружающей среды и предотвращения ее загрязнения;
- включала обязательство в отношении соответствия надлежащему природоохранному законодательству и регламентам, а также другим требованиям, с которыми организация согласилась;
- предусматривала основу для установления целевых и плановых экологических показателей и их анализа;
- документально оформлялась, внедрялась, поддерживалась, а также доводилась до сведения всех служащих;
- была доступна для общественности.

Целью ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» является предоставление доступных услуг водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих достойное качество жизни потребителям, устойчивое развитие мегаполиса, формирование культуры водопотребления и сохранение бассейна Балтийского моря.

Предприятие обязуется выполнять следующие задачи:

- обеспечивать защиту от загрязнения сточными водами водоемов региона, включая реку Неву и Балтийское море, путем выполнения как российских нормативов по очистке сточных вод, так и рекомендаций ХЕЛКОМ по защите Балтийского моря;
- внедрять безопасные и эффективные методы обеззараживания сточных вод;
- обеспечивать производство безопасной питьевой воды и бережно использовать природные ресурсы при водопользовании;
- сокращать потери питьевой воды при ее производстве и транспортировке;
- совершенствовать существующие технологии подготовки питьевой воды, в том числе и для прекращения сброса неочищенных промывных вод в водоемы;
- сокращать потребление электро - и теплоэнергии путем оптимизации технологических процессов;
- использовать в работе транспортные средства с двигателями высокого экологического класса, таким образом, снижая объем выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферу от автотранспорта;
- разрабатывать и реализовывать просветительские и образовательные программы в области экологии и ресурсосбережения.

Решение поставленных задач будет достигаться за счет внедрения в практику инновационных технологий, ответственности руководителей всех уровней, инициативы работников и повышения их квалификации. Инновационная деятельность реализуется в отношении поиска и внедрения как новых технологий, так и методов и принципов управления.

Предприятие обязуется доводить до сведения широкой общественности свою экологическую политику, обеспечивать знание ее содержательной части работниками и организовывать их обучение для достижения целей.

А так же осуществлять мониторинг и анализ воздействия предприятия на окружающую среду, и обеспечивать выполнение установленных показателей для минимизации негативного воздействия в следующих областях:

- охрана водных ресурсов;
- истощение невозобновляемых природных ресурсов в результате деятельности предприятия;
- загрязнение почвы;
- вредные выбросы в атмосферу.

ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» придерживался идеологии МС ИСО 14001 «Системы управления окружающей средой» в создании своей экологической политики. Она датируется августом 2013 г.

Анализируя действующую экологическую политику предприятия можно говорить о том, что она в полной мере соответствует требованиям международного стандарта ИСО 14001 (табл. 1).

Таблица 1

**Соответствие между требованиями к экологической политике по МС ИСО 14001 и существующей экологической политике ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»**

Экологическая политика по МС ИСО 14001	Экологическая политика ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»
Должна соответствовать характеру, масштабу деятельности организации, продукции или услуг и воздействиям на окружающую среду.	Деятельность предприятия оказывает значительное влияние на состояние окружающей среды, качество жизни, здоровье и безопасность жителей города.
Включает обязательство в отношении постоянного улучшения окружающей среды и предотвращения ее загрязнения.	Предприятие обязуется: <ul style="list-style-type: none"> <li>– обеспечить защиту от загрязнения сточными водами водоемов региона, включая реку Неву и Балтийское море;</li> <li>– бережно использовать природные ресурсы при водопользовании;</li> <li>– прекратить сброс неочищенных промывных вод в водоемы с помощью совершенствующих технологий;</li> <li>– снижать объем выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферу от автотранспорта.</li> </ul>

Включает обязательство в отношении соответствия надлежащему природоохранному законодательству и регламентам, а также другим требованиям, с которыми организация согласилась.	Обязуется соблюдать требования действующего природоохранного законодательства России и стран Балтийского региона.
Предусматривает основу для установления целевых и плановых экологических показателей и их анализа.	Рекомендации ХЕЛКОМ по защите сотрудничеству с Международным Центром передовых технологий для поиска новых экологически чистых технологий; мониторинг атмосферного воздуха и водных ресурсов.
Документально оформляется, внедряется, поддерживается, а также доводится до сведения всех служащих.	Документально оформлена, внедрена и поддерживается с 2013г. по настоящее время. Предприятие обязуется, что будет обеспечивать знание ее содержательной части работниками и организовывать их обучение для достижения целей.
Была доступна для общественности.	Размещена на официальном сайте предприятия и доступна для общественности.

Также следует выделить и другие достоинства экологической политики ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»:

- предприятие осуществляет большую просветительскую и образовательную деятельность в области охраны окружающей среды. Имеет собственный Детский экологический центр (ДЭЦ) и музейный комплекс «Вселенная воды»;
- предприятие активно использует различные виды мониторинга, в том числе и биомониторинг;
- соблюдает рекомендации ХЕЛКОМ по защите Балтийского моря;
- на предприятии функционируют различные системы менеджмента: МС ИСО-9001, OHSAS-18001, МС ИСО-50001, МС ИСО-27001 и МС ИСО 14001.

Однако существует еще один международный стандарт ИСО 14004 или его российская версия ГОСТ Р ИСО 14004 [3], который содержит дополнительные материалы для внедрения системы экологического менеджмента. Рассматриваемое предприятие не использует более широкие требования при разработке экологической политики, опираясь на МС ИСО 14004 .

Вследствие этого можно выявить ряд недостатков экологической политики ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»:

- не внедрен МС ISO14004 с более широкими требованиями к СЭМ. Не учтены требования к экологической политике согласно ISO 14004: отсутствие требований заинтересованных сторон, а также не указаны руководящие принципы для осуществления целей и задач своей экологической политики;
- отсутствует информация об экологических проблемах полигона «Северный» и путях их решения. В задачах экологической политики «Водоканала» не указаны сведения о полигоне осадков сточных вод. От этого полигона исходит неприятный запах, на который поступают жалобы и требования его устранить. «Водоканал» систематически не оповещает население о мерах, предпринятых в данной области и степени их выполнения;
- не проводится мониторинг запаха на самом полигоне и близлежащей жилой застройке Приморского района г. Санкт-Петербурга.

Согласно новому ГОСТ 32673-2014 «Правила установления нормативов и контроля выбросов дурнопахнущих веществ в атмосферу» [4] проведение мониторинга запаха необходимо, если на него поступают жалобы жителей.

Существующая экологическая политика предприятия недостаточно полно отображает деятельность предприятия по защите окружающей среды, которая должна осуществляться, учитывая дополнения экологической политики МС ИСО 14004.

В связи с этим целесообразно внести следующие поправки в существующую экологическую политику:

- внедрить ISO 14004 и внести в экологическую политику пункт – решение экологической проблемы полигона «Северный»;
- организовать мониторинг запаха на полигоне и в тех районах города, где поступают жалобы жителей;

- внести проведение мониторинга в экологическую политику;
- указать руководящие принципы для осуществления целей и задач экологической политики, опираясь на основные принципы экологического законодательства и права.

Благодаря обновлению экологической политики ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», можно достичь следующих результатов: повысить экологическую эффективность предприятия, стимулировать организацию для внедрения инновационных технологий для уменьшения негативного воздействия предприятия на окружающую среду. Внедрение новых систем экологического управления повышает уровень доверия не только потребителя, но и способствует укреплению деловых отношений с иностранными партнерами.

### Библиографический список

1. Экологическая политика ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга». Санкт-Петербург, 2013г.
2. ГОСТ Р ИСО 14001-2007 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению»
3. ГОСТ Р ИСО 14004-2007 «Системы экологического менеджмента. Общее руководство по принципам, системам и методам обеспечения функционирования»
4. ГОСТ 32673-2014 «Правила установления нормативов и контроля выбросов дурнопахнущих веществ в атмосферу»

### УДК 512.643.4

#### **А. С. Неманова**

студент кафедры информационных систем и технологий

#### **О. Е. Дик**

канд. физ.-мат. наук, доц. – научный руководитель

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ МИНИМИЗАЦИИ СТОИМОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ЕДИНИЦЫ ГРУЗА

В современной жизни мы часто встречаемся с необходимостью доставить груз из одной точки в другую. Перед нами стоит вопрос: каким способом перевозки выгоднее всего воспользоваться. На этот вопрос нам могут ответить специалисты, владеющие методами математической экономики. Рассмотрим задачу, связанную с минимизацией стоимости перевозки [1].

Условие задачи: груз можно перевезти из одного города в другой тремя способами, описываемыми следующими функциями:

– автомобиль:  $f_1(x, t) = e^{0,05t} (1000t + 0,1x^2 - 140x + 19000) + 50000$ ,

– самолет:  $f_2(x, t) = 400t^3 + 0,1x^2 - 10xt + 1200y - 100x + 40000$ ,

– поезд:  $f_3(x, t) = 0,0025x^2 - xt + 120t^2 + x - 1080t + 25000$ ,

где  $x$  – расстояние между пунктами,  $t$  – время, затраченное на перевозку.

Необходимо рассчитать минимальную стоимость перевозки из трех предложенных вариантов.

Решение задачи состоит в нахождении экстремума функции нескольких переменных при заданных функциях перевозки [2], пример реализации задач представлен на рис. 1.

Перевозка груза

**Условие:**  
Груз из одного города в другой можно перевезти тремя способами: на автомобиле, на самолете и на поезде. Стоимость перевозки описывается функциями:

Автомобиль:	Самолет:	Поезд:
$e^{0,05t}(1000t + 0,1x^2 - 140x + 19000) + 50000$	$400t^3 + 0,1x^2 - 10xt + 1200t - 100x + 40000$	$0,0025x^2 - xt + 120t^2 + x - 1080t + 25000$

Для решения задачи введите данные:  
 $x =$   - расстояние  $t =$   - время в пути  
 $x =$   - расстояние  $t =$   - время в пути  $x =$   - расстояние  $t =$   - время в пути

**Решить**

**Решение:**

1) Находим производные функций первого порядка и приравниваем к нулю:

$\frac{dz}{dx} = e^{0,05t}(0,2x - 140) = 0$	$\frac{dz}{dx} = 0,2x - 10t - 100 = 0$	$\frac{dz}{dx} = 0,005x - t + 1 = 0$
$\frac{dz}{dt} = 0,05 e^{0,05t}(1000t + 0,1x^2 - 140x + 19000) + 1000 e^{0,05t} = 0$	$\frac{dz}{dt} = 1200t^2 - 10x + 1200 = 0$	$\frac{dz}{dt} = -x + 240t - 1080 = 0$

2) Находим стационарные точки:  
 $x =$    $t =$         $x =$    $t =$         $x =$    $t =$

3) Вычисляем производные второго порядка и находим их значения в стационарных точках:

$\frac{d^2z}{dx^2} = 0,2 e^{0,05t} = 0,3297$	$\frac{d^2z}{dx^2} = 0,2$	$\frac{d^2z}{dx^2} = 0,005$
$\frac{d^2z}{dt^2} = 0,0025 e^{0,05t}(1000t + 0,1x^2 - 140x + 19000) + 1000 e^{0,05t} = 82,4361$	$\frac{d^2z}{dt^2} = 2400t = 4800$	$\frac{d^2z}{dt^2} = 240$
$\frac{d^2z}{dxdt} = 0,05 e^{0,05t}(0,2x - 140) = 0$	$\frac{d^2z}{dxdt} = -10$	$\frac{d^2z}{dxdt} = -1$

4) Составим определитель:

$$\begin{vmatrix} \frac{d^2z}{dx^2} & \frac{d^2z}{dxdt} \\ \frac{d^2z}{dxdt} & \frac{d^2z}{dt^2} \end{vmatrix}$$

5) Посчитаем определители:

$\begin{vmatrix} 0,3297 & 0 \\ 0 & 82,4361 \end{vmatrix} > 0 \Rightarrow \text{существует min}$	$\begin{vmatrix} 0,2 & -10 \\ -10 & 4800 \end{vmatrix} > 0 \Rightarrow \text{существует min}$	$\begin{vmatrix} 0,005 & -1 \\ -1 & 240 \end{vmatrix} > 0 \Rightarrow \text{существует min}$
---	---	--

6) Найдем минимальную стоимость перевозки (значение функции в стационарных точках):  
 Автомобиль:       Самолет:       Поезд:   
 Самая минимальная стоимость перевозки =  при перевозке на самолете

7) Найдем стоимость перевозки при заданных расстояниях и времени:  
 Автомобиль:       Самолет:       Поезд:   
 Самая минимальная стоимость перевозки =  при перевозке на самолете

Рис. 1. Пример реализации задачи в Delphi

1. Находим производные первого порядка и приравниваем их к нулю:

– автомобиль:

$$\frac{dz}{dx} = e^{0,05t}(0,2x - 140) = 0;$$

$$\frac{dz}{dt} = 0,05e^{0,05t}(1000t + 0,1x^2 - 140x + 19000) + 1000e^{0,05t} = 0;$$

– самолет:

$$\frac{dz}{dx} = 0,2x - 10t - 100 = 0;$$

$$\frac{dz}{dt} = 1200t^2 - 10x + 1200 = 0;$$

– поезд:

$$\frac{dz}{dx} = 0,005x - t + 1 = 0;$$

$$\frac{dz}{dt} = -x + 240t - 1080 = 0;$$

2. Решая уравнения, определим стационарные точки для всех трех функций:

– автомобиль:  $x = 700, t = 10$ ;

– самолет:  $x = 600, t = 2$ ;

– поезд:  $x = 4200, t = 22$ .

3. Вычислим производные второго порядка и определим их значения в стационарных точках:

– автомобиль:

$$\frac{d^2z}{dx^2} = 0,2e^{0,05t} = 0,3297;$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} = 0,0025e^{0,05t} (1000t + 0,1x^2 - 140x + 19000) + 100e^{0,05t} = 82,4361;$$

$$\frac{d^2z}{dxdt} = 0,05e^{0,05t} (0,2x - 140) = 0;$$

– самолет:

$$\frac{d^2z}{dx^2} = 0,2;$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} = 2400t = 4800;$$

$$\frac{d^2z}{dxdt} = -10;$$

– поезд:

$$\frac{d^2z}{dx^2} = 0,005;$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} = 240;$$

$$\frac{d^2z}{dxdt} = -1;$$

4. Составим определитель  $\begin{vmatrix} \frac{d^2z}{dx^2} & \frac{d^2z}{dxdt} \\ \frac{d^2z}{dxdt} & \frac{d^2z}{dt^2} \end{vmatrix}$ :

– автомобиль:  $\begin{vmatrix} 0,3297 & 0 \\ 0 & 82,4361 \end{vmatrix} > 0 \Rightarrow \exists \min;$

– самолет:  $\begin{vmatrix} 0,2 & -10 \\ -10 & 4800 \end{vmatrix} > 0 \Rightarrow \exists \min;$

– поезд:  $\begin{vmatrix} 0,005 & -1 \\ -1 & 240 \end{vmatrix} > 0 \Rightarrow \exists \min.$

Вычислим значение определителя в стационарной точке.

Находим минимальную стоимость перевозки как значение функции в точке минимума:

– автомобиль:  $s = 17025,57$ ;

– самолет  $s = 9600$ ;

– поезд  $s = 15220$ .

5. Вывод: при заданных функциях выгоднее всего осуществлять доставку груза на самолете. Минимальная стоимость (значение функции в стационарной точке) в этом варианте равна 9600 руб.

Для реализации подобного рода задач можно использовать язык программирования Delphi как это представлено на рисунке.

**Библиографический список**

1. Основы программирования в Delphi 7 / Н. Б. Культин. М: ООО «Книга по требованию», 2003. 608 с.
2. Дифференциальное интегральное исчисления. Том I / Н.С. Пискунов. М: «Интеграл-Пресс», 2004. 416 с.

УДК 005.6

**Д. М. Орешникова, А. В. Уренцева**

студенты кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**С. А. Назаревич**

канд. техн. наук – научный руководитель

**IRO – МЕТОД УЛУЧШЕНИЯ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Конкурентоспособность продукта является одним из наиболее важных аспектов деятельности предприятия. Постоянно изменяющиеся запросы потребителей вынуждают производителя создавать новые продукты или же модернизировать уже имеющиеся. В ряде случаев на усовершенствование уже готового изделия затрачивается гораздо меньше средств, чем на разработку нового. Именно для этого был разработан метод IRO (Improvement of the research object), с помощью которого можно улучшить объект исследования.

После рассмотрения ряда инструментов качества, был сделан вывод о том, что большинство из них направлены на улучшение качества объекта исследования, но не на добавление новых возможностей продукту. Поэтому было принято решение разработать метод, который позволит объективно рассмотреть исследуемый объект и добавить ему дополнительные функции.

Существует большое количество методов, с помощью которых можно усовершенствовать сам продукт или же улучшить его качество при производстве. В данной статье рассмотрены некоторые из них.

Метод анализа видов и последствий отказов (FMEA) – инструмент управления качеством и достижения эффективного производства конкурентоспособной продукции. Достоинство данного метода заключается в том, что он предотвращает появление дефектов и уменьшает негативное воздействие от них на предмет исследования [1].

Бритва Оккама – один из инструментов постановки и формулирования проблемы. Преимущество данного метода заключается в поиске проблем, которые еще не стоят остро, но их необходимо обозначить и определить, какие из них следует решать в первую очередь [2].

Теория привлекательного качества (метод Кано) – один из инструментов управления качеством, направлен на определение и распределение всего диапазона потребностей (требований) потребителей по приоритетам [3].

Вышеперечисленные методы имеют большую применимость на производстве. Каждый из них помогает решать ряд определенных задач, но предложенные инструменты имеют один общий недостаток, они не направлены на внесение изменений в объект исследования. Для этого был разработан метод IRO который позволяет модернизировать объект.

Цель данного метода заключается в усовершенствовании конструкции и процессов объекта путем внедрения новых компонентов.

Суть IRO – систематизировать совокупность мероприятий, позволяющих:

- выбрать область или отдельные компоненты, в которых необходима модернизация;
- выявить потенциальные причины изменений при детальном рассмотрении объекта исследования;

- определить важность потенциальных изменений в исследуемом объекте;

- рассмотреть последствия потенциальных изменений при улучшении объекта исследования.

План действий при использовании данного метода:

- выявление и оценка воздействия корректирующих действий на объект исследования;

- проведение мероприятий по совершенствованию объекта или исследуемой области;

– документирование проведенных операций.

Результатом применения метода IRO является модернизация объекта исследования и приобретение им новых свойств и возможностей, расширяющих область его применения. Данный метод прост в реализации, не требует специальных навыков при освоении.

Однако применение IRO потребует дополнительных затрат на его реализацию. Так же данный метод не гарантирует достаточную точность результатов исследований.

Термины и условные обозначения:

– ранг (балл) значимость (S) – бальная оценка по шкале от 1 до 10 серьезности последствий потенциальных изменений;

– ранг (балл) необходимость (N) – бальная оценка от 1 до 10 необходимости потенциальных изменений;

– ранг (балл) возможность (O) – бальная оценка от 1 до 10 возможности потенциальных изменений.

Потенциальная возможность изменения (ПВИ) – обобщенная количественная характеристика значимости потенциальных изменений, их причин и последствий, учитывающая значимость, необходимость и возможность усовершенствования объекта.

### Алгоритм применения метода IRO

Технология проведения метода IRO включает два основных этапа:

– этап построения компонентной, структурной, функциональной, потоковой моделей объекта анализа и диаграммы Исикавы;

– этап исследования моделей.

На этапе исследования моделей:

– выбирается область или отдельные компоненты, в которых необходима модернизация;

– выявляются потенциальные причины изменений при детальном рассмотрении объекта исследования;

– оценивается по 10 бальной шкале необходимость потенциальных изменений (N) (при этом 10 соответствует самая высокая необходимость изменений);

– определяется важность потенциальных изменений в исследуемом объекте;

– оценивается по 10 бальной шкале возможность потенциальных изменений (O);

– рассматриваются последствия потенциальных изменений при улучшении объекта исследования;

– оценивается по 10 бальной шкале значимость потенциальных изменений (S);

– вычисляется потенциальная возможность изменения (ПВИ).

Графы протокола IRO представлены в табл. 1.

В данной статье был рассмотрен принцип работы дверного доводчика, а для его усовершенствования был применен метод IRO.

Дверной доводчик (рис. 1) – механизм, обеспечивающий плавное открывание и закрывание двери. Также доводчики помогают сохранять тепло зимой и прохладу от кондиционера летом. Устанавливаются доводчики на любые двери: как межкомнатные, так и наружные, выполненные из металла, стали, пластика, дерева и прочих материалов.

Таблица 1

Графы протокола IRO

Компонент	Потенциальные изменения	Потенциальные причины изменений	Необходимость изменений N	Важность потенциальных изменений	Возможность потенциальных изменений O	Последствия потенциальных изменений	Значимость изменений S	ПВИ
1	2	3	4	5	6	7	8	9

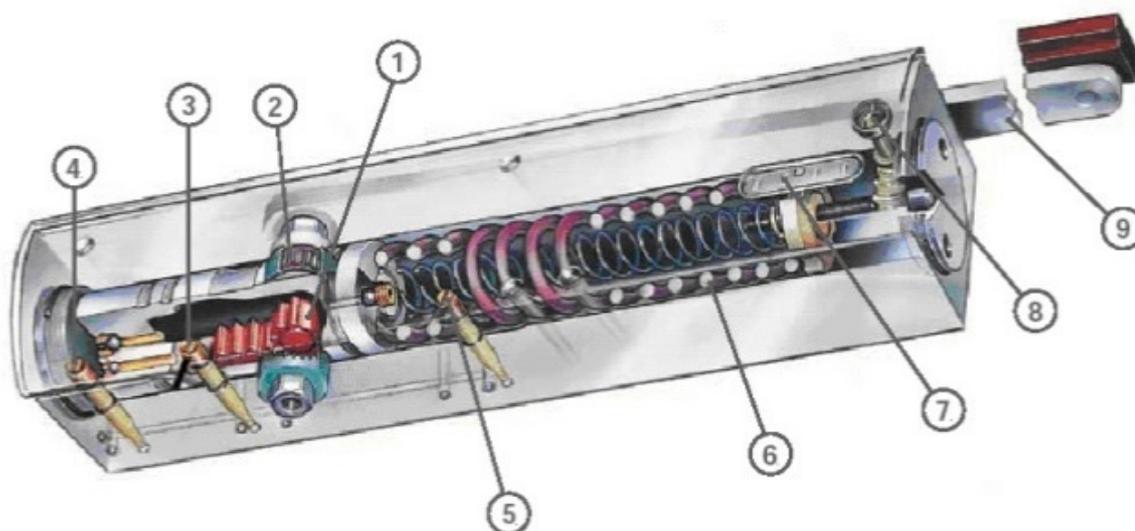


Рис.1. Схема дверного доводчика

При открытии двери механическая энергия воздействует на тягу 9, которая передается на поворотную ось 2, оснащенную шестеренчатой передачей 1. Шестеренка вращается и двигает поршень, который сжимает пружину 6. Когда дверь начинает закрываться, пружина разжимается и двигает поршень в обратном направлении. Резкому захлопыванию двери препятствует специальное масло, залитое в корпус доводчика. Масло плавно перетекает через клапаны 3 и 4 и обеспечивает плавное закрытие. Скорость закрывания двери и функция закрывания регулируются сечением этих самых клапанов. Регулировочный винт 8 отвечает за мощность сжатия пружины, которая определяется в зависимости от веса и ширины двери.

Цифрой 7 обозначен информационный дисплей, с помощью которого можно устанавливать мощность сжатия пружины. Винт 5 отвечает за угол ограничения открывания двери [4].

Для увеличения срока службы дверного доводчика необходимо усовершенствовать его отдельные компоненты, для этого был применен метод IRO (табл. 2). На начальном этапе необходимо рассмотреть все составляющие объекта исследования, именно для этой цели была использована древовидная диаграмма (рис. 2).

Далее необходимо представить полученные из таблицы 2 данные в виде диаграммы для определения значимости изменений (рис. 3).

Если фактическое значение не превосходит ПВИгр., то считается, что объект анализа не нуждается в совершенствовании, а если же значение превышает граничное ПВИ, то модернизация объекта является очень значимой для изделия в целом.

По данным диаграммы можно заметить, что в улучшении нуждаются: рычаг доводчика, пружина и шарнир. А улучшение корпуса доводчика не является значимым. После проведения ряда корректирующих действий дверной доводчик стал менее подверженным изломам и коррозии.

Метод IRO наглядно демонстрирует, какие показатели нуждаются в усовершенствовании, а какими можно пренебречь. Также данный метод показывает причины, последствия и важность данных улучшений.

В результате применения IRO объект исследования модернизируется, приобретает новые свойства и возможности, которые расширяют область его применения, что значительно увеличивает его конкурентоспособность на рынке.

Так же стоит отметить, что данный метод прост в реализации и не требует специальных навыков при освоении, что положительно сказывается на его внедрении в производство предприятия.

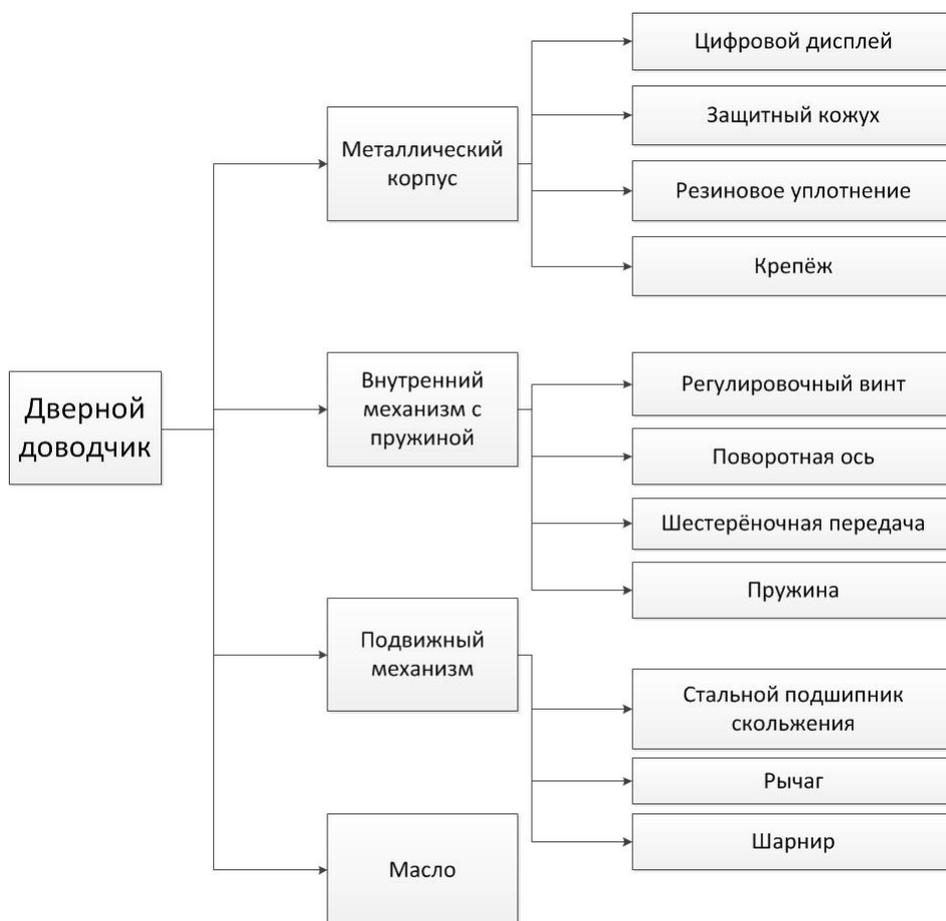


Рис. 2. Древоподобная диаграмма

Таблица 2

Пример заполнения протокола IRO

Компонент	Потенциальные изменения	Потенциальные причины изменений	Необходимость изменений N	Важность потенциальных изменений	Возможность потенциальных изменений O	Последствия потенциальных изменений	Значимость изменений S	ПВИ
1	2	5	6	7	8	3	4	9
Рычаг доводчика	Использование более прочного материала для изделия	Большое количество изгибов и изломов рычага	9	С повышением прочности материала сокращается количество поврежденных рычага	8	Увеличение прочности рычага	9	648
Пружина	Использование более прочного материала для изделия	Из-за частого использования происходит деформация пружины	7	Пружина более долговечна, так как меньше подвержена деформации	8	Увеличение прочности пружины	8	448

МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

Компонент	Потенциальные изменения	Потенциальные причины изменений	Необходимость изменений N	Важность потенциальных изменений	Возможность потенциальных изменений O	Последствия потенциальных изменений	Значимость изменений S	ПВИ
1	2	5	6	7	8	3	4	9
Шарнир рычага	Нанесение защитного покрытия	Деталь сильнее всего подвержена ржавлению	7	Увеличение срока службы за счет уменьшения подверженности коррозии	7	Повышение защиты от коррозии	6	294
Корпус	Уменьшение размера корпуса	Нехватка места при установлении доводчика на наличник двери	2	Более эстетичный вид доводчика, сокращается занимаемая им площадь	5	Сокращение занимаемой площади доводчиком	3	30

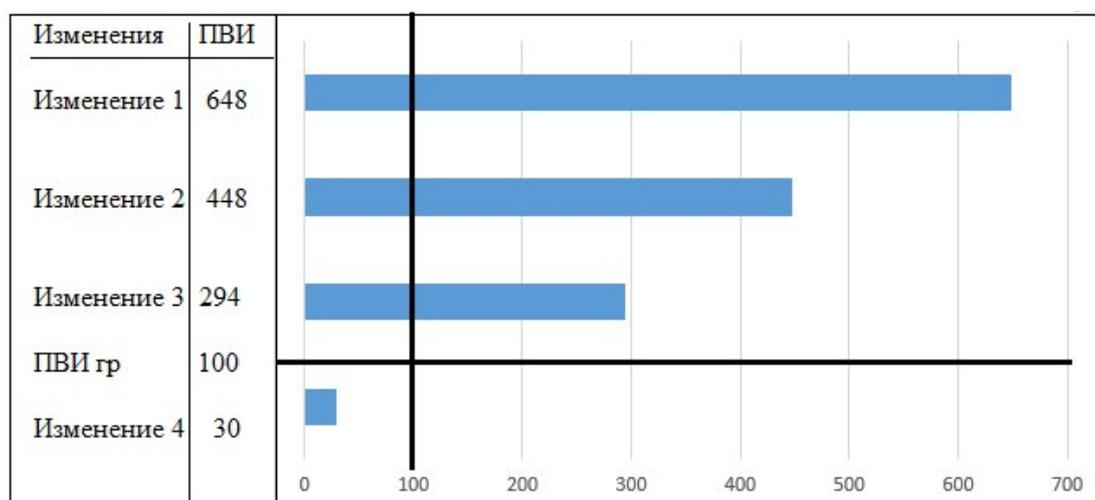


Рис. 3. Упорядоченный по убыванию ПВИ перечень изменений

**Библиографический список**

1. ГОСТ Р 51901.12-2007 (МЭК 60812:2006) «МЕТОД АНАЛИЗА ВИДОВ И ПОСЛЕДСТВИЙ ОТКАЗОВ» [Электронный ресурс] <http://files.stroyinf.ru/data1/52/52889/> (Дата обращения 27.04.16)
2. Метод «Бритва Оккама» [Электронный ресурс] <http://www.inventech.ru/pdf/methods/methods-06.pdf> (Дата обращения 27.04.16)
3. Метод "Модель Кано" [Электронный ресурс] <http://www.inventech.ru/pub/methods/metod-0022/> (Дата обращения 27.04.16)
4. Дверные доводчики: принцип действия, устройство, способы регулировки [Электронный ресурс] [http://www.zamki.com.ua/rus/bigarticle/dvernie\\_dovodchiki\\_printsip\\_deystviya\\_ustroystvo.html](http://www.zamki.com.ua/rus/bigarticle/dvernie_dovodchiki_printsip_deystviya_ustroystvo.html) (Дата обращения 25.04.16)

УДК 657.633.5

**М. М. Палагина**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. В. Чабаненко**

научный руководитель

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ КОМПАНИИ

Внутренний аудит – это «независимая и объективная деятельность консультационного характера, обеспечивающая конкретные результаты, направленные на повышение стоимости и улучшение работы организации». Существует мнение, что внутренний аудит – рентген производства. Он «высвечивает» сильные и слабые стороны деятельности предприятия, является источником его жизненной силы, включает в себе тот потенциал, который дает возможность предприятию функционировать и выживать в условиях рынка.

Как правило, внутренний аудит проводится:

– для того чтобы пройти внешний сертификационный или наблюдательный аудит. Внутренний аудит позволяет подготовиться к внешнему аудиту. Чем больше отклонений и несоответствий будет выявлено при проведении внутреннего аудита, тем меньше этих несоответствий останется для внешнего аудита;

– для исключения или предупреждения проблем при прохождении прочих проверок, проходящих не со стороны Органов по сертификации СМК. Задача любой организации – предупредить возможные потери денег, имиджа, времени. Поэтому в этом случае внутренний аудит помогает определить, выполняются или не выполняются поставленные требования;

– для выявления способов улучшения деятельности компании, определения потенциала улучшения и реализации этих улучшений. Большие компании стараются не только выявить несоответствия, но еще и определить, где более эффективно налажен процесс и перенять его на другие отрасли или филиалы;

– для проведения аудитов в компаниях-поставщиках. Очень важно знать с какими поставщиками компания имеет дело и можно ли на них рассчитывать. Для всех компаний очень важно, чтобы поставщик не подвел в самый неподходящий момент, чтобы поставлял качественную продукцию.

Об эффективности внутреннего аудита можно говорить лишь тогда, когда аудит является действенным и результативным. Эффективность же можно оценить как с качественной, так и с количественной сторон. С качественной стороны характеристики можно определить с помощью логической оценки изменений во внутреннем аудите. Это происходит за счет аналитического обобщения результатов воздействий с позиции снижения рисков в компании. С количественной стороны показатели представлены в виде числовых данных, которые характеризуют определенные процессы во время проведения аудитов в компании.

Качественные критерии оценки деятельности известны и часто применяются на практике. Количественные же критерии оценки эффективности деятельности внутреннего аудита чаще не выражены в виде методик расчета, и их результаты практически не используются для совершенствования функции внутреннего аудита.

Эффективность внутреннего аудита зависит от соблюдения общепринятых стандартов деятельности, а также от выполнения определенных нормативных требований. Требования не содержат четких критериев и признаков, а также определенного набора ключевых показателей, позволяющих сделать объективное заключение об эффективности функционирования внутреннего аудита в компании. Каждая компания решает вопрос самостоятельно, определяя перечень параметров, характеризующих эффективность внутреннего аудита, разрабатывая процедуры расчета и оценки ключевых показателей с тем, чтобы получить объективную оценку. Универсального набора параметров не существует. Приоритетность выбора показателей отличается в каждой компании и зависит от поставленных руководством стра-

тегических целей и задач, особенностей организационной структуры, использования риск-ориентированного подхода в осуществлении ключевых направлений деятельности. Трудно планировать аудит рискованных областей деятельности и тестирование эффективности существующей системы внутреннего аудита при отсутствии карты рисков по видам деятельности и методики распределения их приоритетности. Необходимо документировать ключевые риски и существующие контрольные процедуры в отдельных бизнес процессах.

Оценка системы внутреннего контроля в компаниях происходит с помощью тестирования. В ООО «Оптосенс», где автор выполняла функции независимого эксперта по внутреннему аудиту, разработана модель оценки внутреннего аудита предполагает разработку вопросов по каждому из процессов, присутствующих в компании, с вариантами ответов: да, нет и комментарии.

Форма опросного листа приведена в табл. 1. «Удовлетворительно» в графе комментарии означает, что процедура выполняется, никаких отклонений выявлено не было. Данная модель опросного листа очень проста и информативна.

Таблица 1

**Опросный лист**

Вопросы:	Оценка		Комментарии, предложения по улучшению
	Да	Нет	
В соответствии с какой процедурой производится приемка и отправка продукции по претензии?	+		Удовлетворительно

После заполнения опросного листа составляется отчет о результатах внутреннего аудита, куда заносятся все несоответствия и замечания, определенные в соответствии с действующими нормативными документами компании. После записи результатов аудита назначается лицо, ответственное за коррекцию данных несоответствий, определяются действия, которые необходимы для исключения данного несоответствия или замечания.

Если же соотнести количество ответов «да» к общему количеству вопросов в процентном соотношении, то можно определить эффективность внутреннего аудита. Считается, что более 60% положительных ответов является высокой оценкой внутреннего аудита, 40–60% – средней оценкой, и соответственно, менее 40% – низкой оценкой внутреннего аудита.

Подводя итог, можно сказать, что внутренний аудит эффективен. Он позволяет на ранней стадии выявить несоответствия, тем самым предотвратить, как минимум, экономические потери компании. Также по данным оценки внутреннего аудита можно выявить соответствие деятельности компании поставленным ей целям и произвести необходимые корректировки. Вышеперечисленное, в совокупности, способствует улучшению финансового состояния предприятия и повышению эффективности его деятельности.

**УДК 621.039**

**А. С. Пантелеева, А. С. Кириллова**

студенты кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**Е. Н. Киприянова**

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ  
В ЯДЕРНОЙ ИНДУСТРИИ**

Энергия – это основа основ. Все блага цивилизации, все материальные сферы деятельности человека – от стирки белья до исследования Луны и Марса – требуют расхода энергии. И чем дальше, тем

больше. На сегодняшний день энергия атома широко используется во многих отраслях экономики. Строятся мощные подводные лодки и надводные корабли с ядерными энергетическими установками. С помощью мирного атома осуществляется поиск полезных ископаемых. Массовое применение в биологии, сельском хозяйстве, медицине, в освоении космоса нашли радиоактивные изотопы.

Ядерная энергия (атомная энергия) – энергия, содержащаяся в атомных ядрах и выделяемая при ядерных реакциях и радиоактивном распаде.

В природе ядерная энергия выделяется в звездах, а человеком применяется, в основном, в атомном оружии и атомной энергетике. Атомные электростанции в 2014 г. производили 13% мировой электроэнергии и 5,7% общего мирового производства энергии.

При этом не прекращаются дебаты об использовании атомной энергии. Противники атомной энергетики (в частности, такие организации, как «Гринпис») считают, что использование атомной энергии угрожает человечеству и окружающей среде. Защитники атомной энергетики (МАГАТЭ, Всемирная ядерная ассоциация (WNA) и т. д.), в свою очередь, утверждают, что этот тип энергетики позволяет снизить выбросы парниковых газов в атмосферу и при нормальной эксплуатации несет значительно меньше рисков для окружающей среды, чем другие типы энергогенерации. Однако при этом всегда умалчивается о проблемах, связанных с остановкой атомных реакторов, выработавших свой ресурс и утилизацией отработанного ядерного топлива (ОЯТ). Проблема эта окончательно не решена ни в одной из стран мира, развивающих атомную энергетику.

Несмотря на все плюсы, использование атомной энергии имеет серьезные недостатки. Во-первых, это высокая степень экологической угрозы.

Характерные антропогенные радиационные влияния на окружающую среду:

– загрязнение атмосферы и территорий продуктами ядерных взрывов при испытании атомного оружия;

– отравление воздушного бассейна выбросами пыли, загрязнения территорий шлаками, которые содержат радиоактивные вещества при сжигании ископаемых топлив в топках паровых котлов электростанций.

Более локальные, но не менее неприятные последствия – разрушение экосистем озер и рек при сбросах недостаточно очищенных от радиоактивных веществ стоков промышленных предприятий [1].

Техногенные воздействия на окружающую среду при строительстве и эксплуатации атомных электростанций многообразны.

Наиболее существенные из них следующие.

– локальное механическое воздействие на рельеф при строительстве;

– повреждение окружающей среды при эксплуатации технологических систем;

– сток поверхностных и грунтовых вод, содержащих химические и радиоактивные компоненты;

– изменение характера землепользования и обменных процессов в непосредственной близости от АЭС;

– изменение микроклиматических характеристик прилегающих районов.

На современном этапе развития науки многие научные сообщества пытаются создавать такие технологии, которые не только оставляют мало отходов, но и используют в своем процессе вторичное сырье. И сейчас современная техника шагнула далеко вперед в этом смысле, в особенности в атомной индустрии [2].

Одним из новшеств в данной сфере является открытие «атомного кольца» [3]. Ядерный топливный цикл – это вся последовательность повторяющихся производственных процессов, начиная от добычи топлива (включая производство электроэнергии) и заканчивая удалением радиоактивных отходов. В зависимости от вида ядерного топлива и конкретных условий ядерные топливные циклы могут различаться в деталях, но их общая принципиальная схема сохраняется.

Ядерным топливом для реакторов является уран. Поэтому все стадии и процессы ядерного топливного цикла определяются физико-химическими свойствами этого элемента.

Отходы начального периода ядерного топливного цикла – обычно полученная в результате извлечения урана пустая порода, испускающая альфа-частицы.

Природный уран в основном состоит из двух изотопов. Основная масса – уран-238 и совсем немного, менее одного процента – уран-235. Уран-235 хорошо делится в «тепловых» реакторах, и за счет

этого обеспечивается работа энергетического атомного реактора. Тепло, выделяющееся при распаде ядра, через оболочку ТВЭЛ (тепловыделяющий элемент) передается теплоносителю, от него – рабочему телу парогенератора, пар вращает турбину и вырабатывает электроэнергию.

Прежде чем загрузить в реактор уран, его обогащают, то есть увеличивают долю изотопа U-235. Но в процессе работы реактора происходит ещё реакция, известная как «радиационный захват».

Атом урана-238 поглощает один нейтрон, и после ряда превращений рождается плутоний-239. Плутоний практически не существует в природе, но он так же хорошо делится, как уран-235. Получается, что при сжигании в тепловых реакторах урана-235 на выходе мы имеем не только электрическую энергию, но и наработанный плутоний-239.

Между тем, в России и за рубежом накопилось несколько миллионов тонн наработанного плутония-239, планы по дальнейшему использованию которого до недавнего времени отсутствовали.

Решение данной проблемы обнаружили ученые, которые живут и работают в Сибири на Горнохимическом комбинате. Они предложили использовать наработанный уран и плутоний в качестве высокотехнологического производства МОКС-топлива.

МОКС-топливо (англ. Mixed-Oxide fuel) – ядерное топливо, содержащее несколько видов оксидов делящихся материалов. В основном термин применяется для смеси оксидов плутония и природного урана, обогащенного урана или обедненного урана, которая ведет себя в смысле течения цепной реакции сходно (хотя и не идентично) с оксидом низкообогащенного урана. МОКС может применяться как дополнительное топливо для наиболее распространенного типа ядерных реакторов. Однако более эффективное использование этого топлива – сжигание в реакторах на быстрых нейтронах.

Применяя данное определение к атомному кольцу, МОКС-топливо – это вовлечение плутония-239 в ядерный топливный цикл.

Берется в определенной пропорции смесь оксидов урана-238 и урана-235 и оксида плутония-239 – это и есть МОКС-топливо. То есть наработанный плутоний-239 возвращается обратно в ядерный топливный цикл уже как основной делящийся материал. При работе МОКС-топлива исходный плутоний «сгорает», но одновременно из урана-238 образуется новый плутоний. Таким образом, одно и то же топливо используется многократно, практически до полного выгорания тяжелых металлов. Это сразу же дает гигантское преимущество атомной энергетике перед другими видами генерации энергии. В первую очередь перед тепловой. Там топливо только сжигается и ничего, кроме отходов, вновь не образуется.

Действительно, вопрос замыкания ядерного топливного цикла, создания нового радиохимического производства принципиально важен. Сегодня это ахиллесова пята атомной отрасли. Существуют специалисты в различных отраслях атомной энергетики. Но самое узкое место – обращение с отработавшим ядерным топливом.

Технология, разработанная русскими учеными, исключает образование жидких радиоактивных отходов. Это качественный скачок в атомной промышленности, если не сказать революционный.

К сожалению, атомное кольцо не решит все поставленные задачи в отрасли, но один аспект теперь «в разработке». И возможно, именно это и станет толчком для дальнейшего развития экологических перспектив в ядерной индустрии.

### **Библиографический список**

1. *Милютин В.В., Гелис В.М.* Современные методы очистки жидких радиоактивных отходов и радиоактивно-загрязнённых природных вод. М.: СибКонф. 2011. С. 256-257.
2. *Маркитанова Л.И.* Проблемы обезвреживания радиоактивных отходов. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2015. № 1. С. 140
3. *Губарев В.* Атомное кольцо // Наука и жизнь. 2015. №10. С. 28-30.

УДК 608.2

**Е. Э. Петрашкевич**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. В. Чабаненко**

научный руководитель

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТА КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ САМОЛЕТОВ

В конце XX в. в России наблюдалась деградация одной из самых важных отраслей – авиационной промышленности. Вследствие этого была создана программа Российской Федерации «Развитие авиационной промышленности на 2013–2025 годы», которая направлена на выведение производства самолетов на новый технологический уровень [1].

В планах Российской Федерации повысить импортозамещение и свою позицию на мировом рынке самолетостроения, довести долю поставок на внутреннем рынке до 60%. Для достижения этой цели необходимо создание высококонкурентной авиационной промышленности [2].

Отталкиваясь от исследований основных задач авиационной промышленности, был осуществлен ряд исследований, основанных на изучении цикла производства деталей самолетов одного из заводов ПАО «Объединенная авиастроительная корпорация», в результате чего были сделаны выводы о необходимости разработки технологии и исследования ее применимости на практике.

В качестве решения проблем предлагается комбинированная технология производства в авиационной промышленности, которая нацелена на создание современных производств, обеспеченных мобильностью и адаптивностью предприятий к нововведениям и новой продукции с возможностью быстрого масштабирования, а так же обеспеченных возможностью соблюдения заданных параметров качества и эффективности производства.

В результате будет можно повысить функциональность производства, улучшить качественные характеристики изделий, снизить временные и материальные затраты [3].

На современном этапе промышленной конкуренции основным направлением совершенствования производства является модернизация известных и создание новых технологических процессов.

Ведущую роль при этом играют аддитивные технологии (технологии послойного синтеза) – это создание компьютерной модели будущей детали и получение самого изделия путем поэтапного нанесения материала построения на генерируемый объект на специальном оборудовании с использованием различных методов.

Обычно, когда говорят о серийном производстве, подразумевают количество, измеряемое тысячами или сотнями тысяч единиц. Однако в случае авиационной промышленности под серийным производством подразумевается производство, измеряемое десятками или сотнями изделий.

Основным интересом авиационной промышленности (рис. 1) к аддитивным технологиям, при помощи которых можно выращивать изделия со сложной геометрией из специальных материалов, взамен традиционным технологическим методам является экономическая целесообразность. В ряде случаев при объективных расчетах реальных затрат аддитивные технологии оказываются менее дорогостоящими, чем традиционные.

На сегодняшний момент различают такие технологии 3D-печати, как технологии отверждения жидкостей, технология экструзии расплавленных материалов, порошковые технологии и другие. В связи с существенным расширением номенклатуры металлопорошковых материалов выбор пал на порошковые технологии.

Большая часть установок имеет в качестве источника энергии для соединения частиц металлопорошковых композиций лазер.

Общей особенностью технологий, использующих лучевой источник тепла, является необходимость применения специальных поддержек – своеобразных «якорей», которые удерживают строящуюся деталь от термических деформаций. При построении деталей из полимерных порошков в этом нет необходимости.

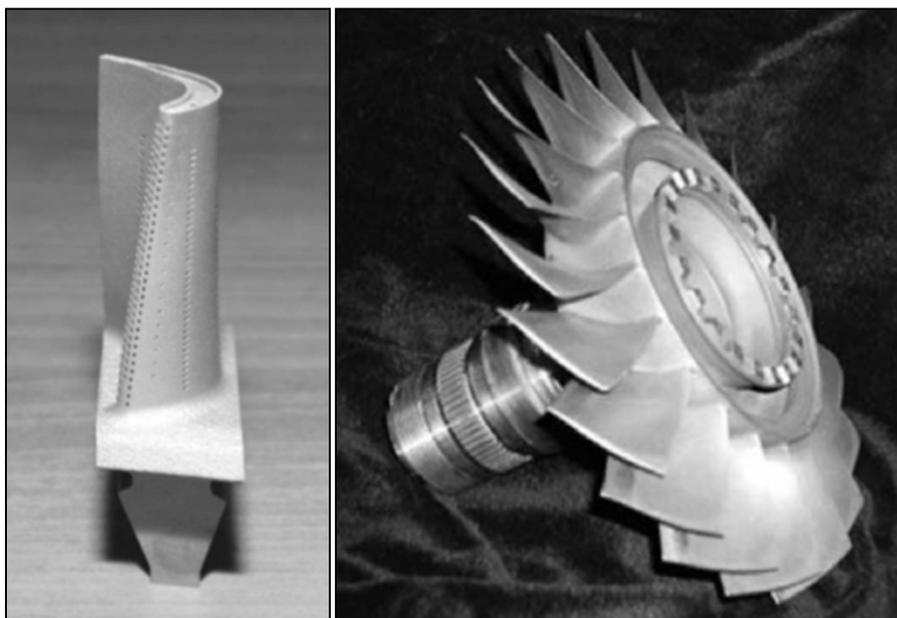


Рис. 1. Детали авиационных двигателей

Чем больше мощность лазера, тем быстрее происходит расплавление металла и тем быстрее строится деталь. С другой стороны, при этом в точку расплава подводится большое количество энергии, процесс идет очень интенсивно, металл кипит, происходит его разбрызгивание и часть строительного материала выбрасывается из пятна расплава. Это может привести к повышенной пористости, значительному ухудшению качества поверхности. В таких условиях при построении сложных тонкостенных элементов детали проблема решается применением дополнительного лазера меньшей мощности, но при этом и с уменьшенной производительностью [4]. Отсюда выделяется основное технологическое отличие технологии селективного лазерного плавления металлического порошка (SLM технология) от обычной технологии селективного спекания порошковых материалов лучом лазера (SLS технология).

SLM технология имеет более высокую плотность материала на выходе и точность построения (рис. 2). SLS установки обладают большей производительностью и следовательно предназначены для изготовления больших партий.

Во время исследований получены сравнительные характеристики показателей качества и посчитано отклонение показателей D установки с применением SLS технологии от установки с технологией SLM (рис. 3), за счет которых была осуществлена оценка различия установок, что позволило выделить преимущества у обеих технологий [5].

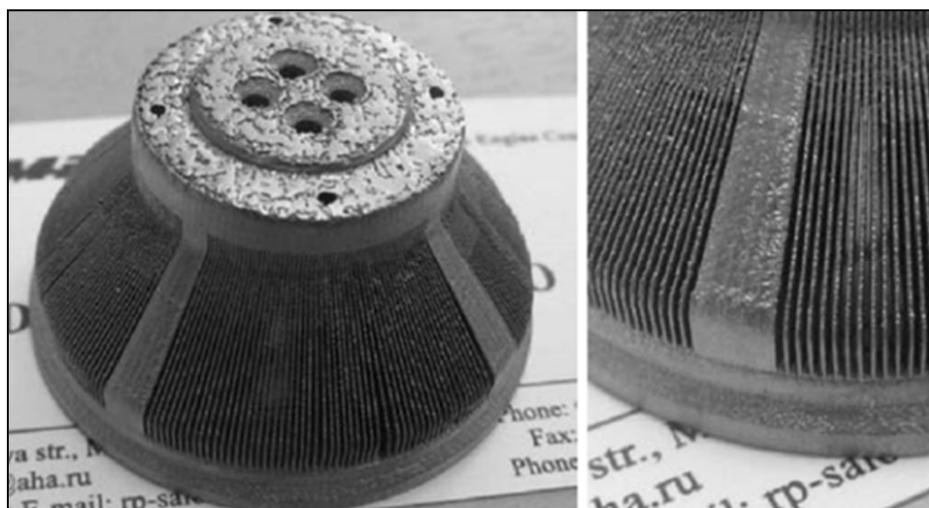


Рис. 2. Деталь электротехнического устройства с толщиной ребер 0,35 мм, построенная на SLM установке

$$D = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 - 100, \quad (1)$$

где  $D$  – отклонение показателей установки с применением SLM технологии от установки с технологией SLS (%),  $P_1$  – показатели качества установки SLM технологии,  $P_2$  – показатели качества установки SLS технологии.

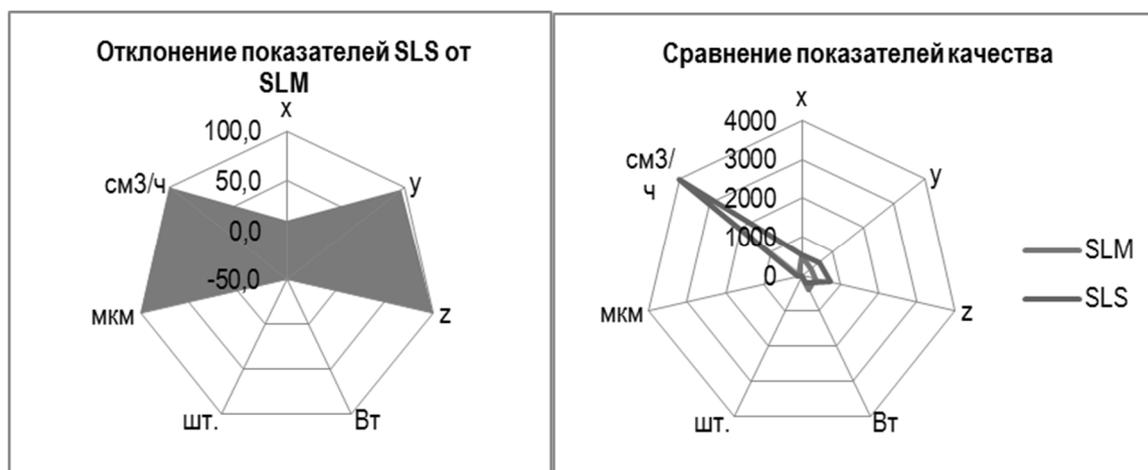


Рис. 3. Отклонение показателей ( $D$ , %) и сравнение показателей качества установки с применением SLM технологии от установки с технологией SLS

Для дальнейшего сравнения технологий приведена таблица, где рассматриваются установки с технологией селективного лазерного плавления металлического порошка (SLM технология) и технологией селективного спекания порошковых материалов лучом лазера (SLS технология).

Таблица

**Анализ качества по важнейшему показателю**

Параметр		SLM, $P_1$	SLS, $P_2$	Вес, $m$	$k_1$	$k_2$	$Q_1$	$Q_2$
Размер рабочей зоны, мм	x	500	550	0,1	0,909	1	0,091	0,100
	y	280	550	0,1	0,509	1	0,051	0,100
	z	330	750	0,1	0,440	1	0,044	0,100
Мощность лазера, Вт		400	200	0,1	1,000	0,5	0,100	0,050
Количество лазеров, шт.		2	1	0,1	0,500	1	0,100	0,050
Толщина слоя, мкм		47,5	100	0,3	1,000	0,5	0,300	0,143
Скорость построения, см³/ч		105	4000	0,2	0,026	1	0,005	0,200

Оценка качества по важнейшему показателю (2) поможет сравнить технологии на количественном уровне.

$$Q_i = \sum k_j m_j, \quad (2)$$

где  $Q_i$  – оценка качества по важнейшему показателю,  $k_i$  – отношение показателя установки к большему из показателей параметра,  $m_j$  – вес параметра на основе экспертных оценок.

В результате, стоит отметить, что существенной разницы замечено не было, но исследования показали, что  $Q_1 < Q_2$ , а, следовательно, установка с применением технологии селективного спекания порошковых материалов лучом лазера имеет больше преимуществ и лучшим образом подойдет при производстве компонентов самолетов.

По предварительным исследованиям можно говорить о перспективности применения аддитивных технологий в авиационной сфере. Также удалось выделить аддитивную технологию, которую целесообразнее использовать в основе комбинированной технологии производства деталей самолетов, что

позволит снизить временные и материальные затраты, уменьшить количество отходов и повысить точность производства сложных изделий.

### **Библиографический список**

1. Россия и мир: 2015. Экономика и внешняя политика. Ежегодный прогноз / Рук. проекта - А.А. Дынкин, В.Г. Барановский. ИМЭМО РАН. М., 2014. 166 с.
2. Спецвыпуск «Промышленное производство России в 2014 году: курс на импортозамещение»/ Белгород. ОАО "Корпорация "Развитие", 2014. 154 с.
3. Чабаненко, А.В. Стандартизация наукоемкой продукции/ А. В. Чабаненко // Стандарты и качество. 2015. № 1. С. 42-49.
4. Довбыш В.М. Аддитивные технологии и изделия из металла/ В.М. Довбыш, Забеднов П.В., Зленко М.А. // Библиотечка литейщика. 2015. № 1. С. 37-43.
5. Назаревич С.А. Методика оценки инновационности продукции/ С. А. Назаревич // Фундаментальные исследования. 2015. № 3. С. 119-123.

**УДК 347.779.1**

**Д. С. Пирогова**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**С.В. Кочетков**

д-р экон. наук, проф. – научный руководитель

## **МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

В течение последних десятилетий в системе мировой экономики и мировом хозяйстве произошли коренные изменения и преобразования. Существовало много процессов, например, таких как урбанизация, изменение климата, политические волнения, которые повлияли на деятельность многих стран, правительства, и, как следствие, компаний, предприятий. Как результат всего этого – сформировались новые тенденции и ужесточилась конкуренция в мировом пространстве. Появляется необходимость обеспечения устойчивого развития и повышения уровня конкурентоспособности на рынке [1].

Существует много инструментов бизнеса, совершенствующих компании, но в данной статье будет рассмотрено использование нематериальных активов как одного из потенциально эффективных инструментов, способных принести дополнительную прибыль, повысить конкурентоспособность и выживаемость предприятия путем введения в хозяйственный оборот новой активной интеллектуальной собственности, которое до сих пор не носит массовый характер. Прежде всего, это объясняется наличием сложных проблем, связанных с оценкой интеллектуальной собственности и созданием инвестиционного климата для внедрения новшеств, например, таких как отсутствие единой методики оценки интеллектуальной собственности [2].

Актуальность исследования обусловлена необходимостью формирования механизма внедрения новых технологий, обеспечивающих необходимую конкурентоспособность, путем достижения положительных конечных результатов инновационной деятельности.

В современном мире реальную ценность имеют не только материальные активы, но и права на результаты интеллектуальной деятельности, например: изобретения, полезные модели, промышленные образцы, ноу-хау, товарные знаки и другие. Все возрастающий объем нематериальных активов предполагает, что знание их стоимости, и на основе этого умелое использование способно сильно укрепить позиции компании.

Оценка интеллектуальной собственности – это установление объема прав на результаты интеллектуальной деятельности, обусловленной потенциальной эффективностью оцениваемого нематериального актива и представляет собой меру того, сколько юридическое или физическое лицо готово заплатить за обладание правами на конкретные результаты интеллектуального труда. Оценка объектов

интеллектуальной собственности проводится при заключении сделки, для налогового планирования, при определении стоимости инновационных проектов, слияния или приобретение нового предприятия, для оценки ущерба и определения компенсации при неправомерном использовании интеллектуальной собственности [3].

Исследования по данному вопросу проведены с помощью различных теоретических методов, изучения российской и зарубежной литературы, с помощью статистической обработки данных, методом наблюдений и анализа причинно-следственных связей.

Важнейшим этапом оценки стоимости интеллектуальной собственности является выбор методов оценки в рамках каждого из подходов и осуществление расчетов. Сложность анализа условий ценообразования при реализации научно-технической продукции и коммерциализации интеллектуальной собственности связана с отсутствием детальных теоретических исследований в данной области [4].

Подход к оценке нематериальных активов и интеллектуальной собственности не отличается от подходов к оценке других активов и видов собственности. В настоящее время «Методическими указаниями по оценке интеллектуальной собственности» рекомендуется использовать следующие методы:

- затратный (по фактическим произведенным затратам);
- рыночный (на основе анализа сравнительных продаж);
- доходный (по величине потенциальной прибыли).

На рыночную стоимость объектов интеллектуальной собственности оказывают влияние многие факторы, среди которых можно выделить следующие: надежность правовой охраны, патентная чистота, технико-экономическая значимость и коммерческая готовность объекта; действия рыночной инфраструктуры; политика государства; требования международного и национального законодательства; издержки на создание и патентование объекта, поддержание охраняемых документов в силе, на страхование рисков, на разрешение конфликтов, расходы связанные с уплатой налогов и сборов; срок действия охранного документа; ожидаемые поступления лицензионных платежей; срок полезного использования объекта; среднестатистические ставки роялти [5].

Затратный, сравнительный и доходный подходы здесь реализуются по тем же правилам, что и при оценке недвижимости и бизнеса. Но требования к оценке по существующим стандартам не выделяют специфику оценки нематериальных активов, хотя она существует и связана с повышенной конфиденциальностью информации от заказчика.

Объектом оценки являются права, а не вещи, и это права по законодательству имеют ограничения по территории и времени.

Предметом оценки являются результаты интеллектуальной деятельности: научно-технические достижения, произведения искусства и литературы, секреты производства, дизайнерские разработки и т. д.

Выбор того или иного подхода к оценке зависит от многих факторов: от экономической ситуации, требований покупателя, от объема и достоверности необходимой для оценки информации, интересов обладателей прав на интеллектуальную собственность и т.п.

Согласно рекомендациям, разработанным Правительством РФ в 2002 г., определение рыночной стоимости интеллектуальной собственности должно осуществляться с использованием всех подходов или должно быть предоставлено обоснование их неиспользования в данном процессе.

В основе затратного подхода лежит процедура суммирования всех затрат, необходимых для восстановления или замещения объекта оценки с учетом его износа. К методам затратного подхода относят: метод стоимости замещения, метод восстановительной стоимости, метод исходных затрат.

Метод стоимости замещения суммирует затраты на создание объекта интеллектуальной собственности, обладающего полезностью, аналогичной полезности оцениваемого объекта. При этом во внимание принимаются рыночные цены на дату проведения оценки, и учитывается моральный износ объекта оценки. В рассчитанной стоимости учитываются затраты по приведению замещающего аналога к дальнейшему использованию в запланированных целях [6].

При использовании метода восстановительной стоимости суммируются затраты на воссоздание идентичного объекта в современных условиях (точное копирование материалов, технологии и т.п.). В данном методе также принимаются во внимание рыночные цены на дату проведения оценки, и учитывается моральный износ объекта оценки.

В случае применения метода исходных (исторических) затрат суммируются затраты на создание или приобретение оцениваемой интеллектуальной собственности с учетом изменения стоимости денег во времени.

Область применения затратного подхода незначительна в связи с довольно существенным недостатком этого подхода: расчет с его помощью, как правило, не отражает корреляционной зависимости между затратами на создание ИС и его рыночной стоимостью. Затратный подход используется, в основном, как инструмент финансового контроля, когда необходимо отразить на балансовых счетах нематериальные активы предприятия.

Более корректно оценивать рыночную стоимость интеллектуальной собственности можно с помощью сравнительного (рыночного) подхода, путем сравнения объектов с аналогичной полезностью, что делает их стоимость близкими по значению. Для использования данного подхода необходима релевантная информация об объектах-аналогах и цен на них. Обычно выборка составляет 3–5 объектов, сопоставимых по качеству друг с другом.

В сравнительном подходе стоимость интеллектуальной собственности рассчитывается на основе стоимости объекта-аналога, скорректированной на поправочные коэффициенты, которые должны учитывать отличия между объектом оценки и его аналогом. К элементам сравнения относятся факторы стоимости объекта оценки и сложившиеся на рынке характеристики сделок с интеллектуальной собственностью [7].

В рамках сравнительного подхода можно выделить метод прямого анализа и метод параметрической оценки, в основе которого лежит анализ статистических данных по более ранним сделкам.

Область применения сравнительного подхода к оценке незначительна, поскольку его использование возможно, если в ходе подготовки к оценке получена достоверная информация об аналогичных объектах и ценах, что возможно при развитости рынка интеллектуальной собственности. Сравнительный подход применяется к некоторым объектам авторского права (программные продукты, объекты аудиовизуальной интеллектуальной собственности), для определения стоимости франшиз и лицензий на определенные виды деятельности.

Доходный подход применяется к оценке, если существует вероятность получения дохода от использования интеллектуальной собственности, т.е. зависимость величины стоимости интеллектуальной собственности от ожидаемой величины дохода, степени вероятности и временного периода ее получения. Денежные потоки от использования интеллектуальной собственности могут поступать за предоставленное право использования интеллектуальной собственности в виде следующих платежей, например, в виде роялти, паушальных платежей, комбинированных платежей.

Доходы от использования интеллектуальной собственности должны быть дисконтированы, если поступление денежных потоков за равные промежутки времени неравномерно, или капитализированы, если за равные промежутки времени предполагается равномерное поступление денежных потоков.

Методы доходного подхода подразделяются на прямые и косвенные. Прямые методы применимы в тех случаях, когда возможно сопоставление двух близких по технико-экономическим показателям видов продукции или двух способов производства. Косвенные методы применимы без ограничений, однако степень достоверности косвенным методом ниже степени достоверности оценки прямым методом.

В рамках доходного подхода различают «Преимущество в прибыли» – увеличение валового дохода и сравнение, которое можно выразить формулой:  $P = Pt_2 - Pt_1$ , где  $P$  – прибыль от использования интеллектуальной собственности,  $Pt_2$  – прибыль предприятия от реализации продукции,  $Pt_1$  – прибыль предприятия до использования интеллектуальной собственности. Так же прием «Преимущество в расходах» – уменьшение расходов на создание и применение интеллектуальной собственности. Эти два приема можно использовать одновременно.

Рассмотрим два метода, входящих в эту группу, которые различаются между собой источником возникновения экономии расходов.

Первый метод – метод освобождения от роялти. Роялти – вознаграждение, получаемое владельцем по лицензионному договору за предоставление лицензии на использование интеллектуальной собственности другими лицами. Суть метода такова: допускается, что объект оценки интеллектуальной собственности не принадлежит его собственнику, а принадлежит третьей стороне, которая на основе заклю-

ченного лицензионного договора выдает разрешение на использование объекта оценки данному предприятию. В действительности же оцениваемая интеллектуальная собственность принадлежит настоящему владельцу, и поэтому он освобождается от лицензионных платежей в виде роялти, что образует мнимую выгоду расходов. Капитализация (или дисконтирование) этих расходов принимается за стоимость интеллектуальной собственности. Из ожидаемых выплат по роялти вычитаются все расходы, связанные с обеспечением лицензии (юридические, организационные, административные издержки). В мировой практике размер роялти в среднем колеблется от 3 до 10% от выручки за продукцию или услуги, произведенные с использованием интеллектуальной собственности.

Следующий метод доходного подхода – метод выигрыша в себестоимости, предусматривающий прямую экономию затрат. Для этого определяется эффект от снижения себестоимости, полученная экономия издержек капитализируется (или дисконтируется) и принимается за текущую стоимость интеллектуальной собственности.

Еще одним косвенным доходным методом является метод учета чистого дохода с последующим выделением доли его, приходящейся на интеллектуальную собственность. Суть его в том, что первоначально определяется общая прибыль, а затем доля, полученная от использования интеллектуальной собственности.

Область применения доходного подхода значительно шире, чем затратного и сравнительного, с его помощью оцениваются большинство объектов промышленной собственности, он отвечает интересам всех участников сделок, так как основывается на оценке потенциальных выгод. Однако существуют определенные недостатки, вызванные жесткими требованиями к адекватным прогнозам развития рынков и денежных потоков, сложности выбора и оценки ставки дисконтирования и других многочисленных ценообразующих факторов.

Применение рассмотренных базовых методических инструментов оценки зависит от ряда факторов: вида интеллектуальной собственности, характера, объема и степени достоверности собранной информации относительно объекта оценки, цели оценки, объема передаваемых прав, уровня готовности к коммерческому использованию.

В результате исследования проведен анализ понятия оценки интеллектуальной собственности, произведено подробное изучение методов оценки, выявлены направления, по которым необходимо развивать данную область. Применение того или иного подхода к оценке, в первую очередь, зависит от того, какой именно нематериальный актив или объект интеллектуальной собственности оценивается и каковы его реальные условия и перспективы использования в рыночных структурах.

Необходимо совершенствовать законодательство за счет трансформации международной системы оценки объектов промышленной собственности, кодифицирования законодательства об ИС в рамках ГК РФ, разработки подзаконных актов, регламентирующих определения стоимости ИС И НМА и ужесточающих контроль за соблюдением норм их оценки и учета, повышения требований к качеству и конкурентоспособности продукции, уточнения и разработки новых методов оценки ОИС и инструментов коммерциализации, и, самое главное, создания единой методики оценки интеллектуальной собственности.

### **Библиографический список**

1. Оценка и управление собственностью: Учебное пособие. / Под общ., ред. д.э.н., проф. Бусова В.И. – М.: ГУУ, 2003.
2. Леонтьев Б.Б., Леонтьев Ю.Б. Методические рекомендации по оценке рыночной стоимости нематериальных активов предприятий. ТПП. – М.: ТПП, 2003.
3. Леонтьев Б.Б., Мамаджанов Х.А. Принципы и подходы к оценке интеллектуальной собственности и нематериальных активов. Учебное пособие. – М.: Изд-во «Ринфо», 2003.
4. Леонтьев Б.Б., Мамаджанов Х.А., Алексеев В.И. Инвентаризация интеллектуальной собственности и ведение реестра нематериальных активов предприятия: методические рекомендации. – М.: Издательство «ПАТЕНТ», 2008.
5. Рейли Р., Швайс Р. Оценка нематериальных активов. – М.: ИД «КВИНТО-КОНСАЛТИНГ», 2005.
6. Джеймс Р. Хитчнер. Оценка стоимости нематериальных активов / Под научн. ред. В.М. Рутгайзера (Серия «Финансовое оценивание. Области применения и модели»). – М.: «Маросейка», 2008.
7. Smith, G., Parr, R.: Valuation of Intellectual Property and Intangible Assets, Third Edition, New York, 2000.

УДК 658.5.012.14

**И. О. Питерин**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. В. Чабаненко**

научный руководитель

### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ПЛЕКТРОВ ДЛЯ СТРУННО-ЩИПКОВЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ БАСОВОГО ДИАПАЗОНА

Разработана формализованная совокупность инвариантных и воспроизводимых этапов прототипирования плектров для струнно-щипковых музыкальных инструментов басового диапазона на базе аддитивно-производственного комплекса.

Аддитивный производственный комплекс (англ. – additive manufacturing) представляет собой класс перспективных технологий производства изделий сложной формы по трехмерной компьютерной модели методом послойного нанесения материала, в отличие от традиционных методов, за счет удаления материала из массива заготовки [1].

Современный рынок аддитивного производства составляет порядка \$1300 млн, включая производство оборудования и оказание услуг. Доля России среди стран активно развивающих и применяющих технологии аддитивного производства составляет всего 1,2% (США – 39,1%, Япония – 12,2%, Германия – 8,0%, Китай – 7,7%) [2].

В настоящее время одним из основных направлений в сфере аддитивного производства является трехмерная печать послойным наплавлением (Fusing Deposition Modeling, FDM). FDM технология представляет собой процесс трехмерной печати, в которой модель создается послойно посредством расплавления пластиковой нити (рис. 1).

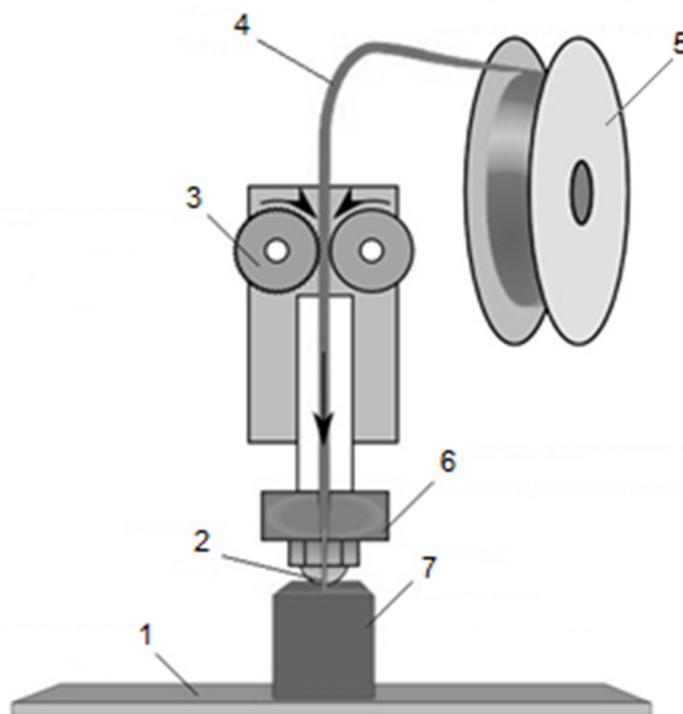


Рис. 1. Печать послойным наплавлением

Намотанная на катушку (5) пластиковая нить (4), разматываясь валиком и системой захвата (3), поступает в нагревательный блок (6). Расплавленный материал проталкивается через экструдер (2) и

накладывается слоями на платформу (1), формируя модель (7). При этом управляемый компьютером механизм шагового двигателя перемещает сам экструдер или объект (или оба) вдоль трех осей по заданной программе. После выдавливания (экструзии) материал моментально затвердевает.

Технология прототипирования плектров включает подготовительный и 7 основных этапов. Подготовительный этап необходим для ознакомления с инструкцией по эксплуатации и программным обеспечением 3D-принтера, общими требованиями безопасности и калибровки.

1. Разработка трехмерной модели плектра (этап цифрового моделирования). Диаметр сечения басовых струн музыкальных инструментов достигает 0.1", что обуславливает разработку соответствующего плектра. Для хорошего контроля и качественного звукоизвлечения область захвата плектра должна обеспечивать антропометрическое соответствие анатомическим особенностям подушечек пальцев, их размерам, и удобство пользования плектром в эксплуатации. Придание заготовке дополнительных ребер жесткости и увеличение толщины рабочих зон влияет на показатель – надежность, а именно на долговечность и сохраняемость изделия. Учтя необходимые конструкционные и антропометрические особенности, разработана модель плектра для струнно-щипковых инструментов басового диапазона (рис. 2).

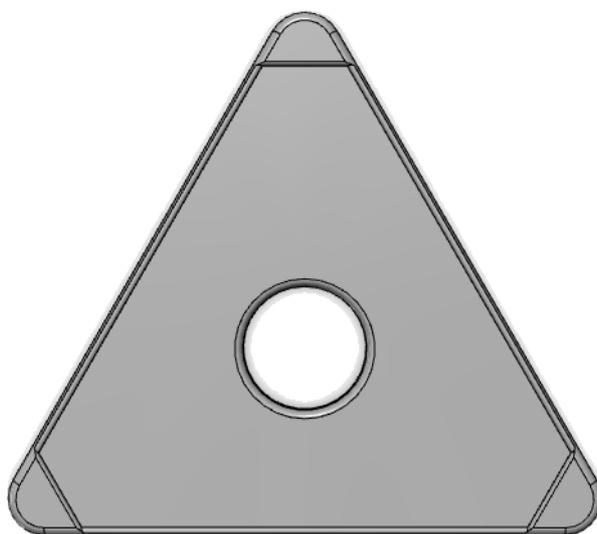


Рис. 2. Модель плектра

2. Создание файла правильного формата (STL), содержащего всю геометрическую информацию, необходимую для отображения цифровой модели (этап экспортирования).

3. Выбор материала прототипирования. Список материалов, которые используются в трехмерной печати послойным наплавлением, включает в себя несколько десятков различных наименований. Однако два преобладающих вида – это ABS и PLA [3]. ABS обладает большей твердостью (по Роквеллу) и прочностью на изгиб, чем PLA-пластик, что обуславливает выбор его для прототипирования изделий.

4. Преобразование STL-файла цифровой модели с помощью специализированного программного продукта 3D-принтера в список команд (G-код).

5. Подключение 3D-принтера через USB-соединение с ПК, или копирование файла на карту памяти, которая будет прочитана принтером самостоятельно.

6. Запуск процесса печати.

7. Остывание и снятие только что созданного объекта с рабочей платформы, удаление вспомогательных частей (поддерживающих опор или подложки), очистка поверхности.

Для прототипирования модели плектра использован профессиональный 3D-принтер российского производства Picaso Designer PRO 250.

Сравнение характеристик напечатанной модели плектра с плектром Jim Dunlop USA 2.0, разработанным также для струнных инструментов басового диапазона показало, что полученная в ходе разработки модель плектра по своим техническим характеристикам не уступает аналогам (таблица).

## Сравнение характеристик плектров

Характеристики	Модель плектра для струнно-щипковых инструментов басового диапазона	Jim Dunlop USA 2.0
Материал изготовления	ABS-пластик	Поликарбонат (Лексан)
Рабочие области, шт	3	3
Толщина, мм	1,9 (2,5 – рабочие области)	2,0
Плотность материала, г/см <sup>3</sup>	1.04	1,2
Твердость (по Роквеллу), шкала R	105 – 110	70
Прочность на изгиб, МПа	87	90
Модуль упругости при изгибе, ГПа	2,3	2,2
Площадь плектра, см <sup>2</sup>	6,08	6
Антропометрические конструктивные особенности захвата	Отверстие, 8 мм в диаметре	Нескользкая накладка

Разработанная технология прототипирования плектров для струнно-щипковых музыкальных инструментов басового диапазона является перспективной в современных условиях импортозамещения и может быть адаптирована для производства модельных рядов мелких пластиковых изделий со сложной геометрией.

**Библиографический список**

1. Зленко М.А. и др. Аддитивные технологии в машиностроении : Пособие для инженеров. – М. : ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. – 220 с.
2. Григорьев С.Н. Перспективы развития инновационного аддитивного производства в России и за рубежом // Инновации. 2013. Т. 10. С. 2 – 8.
3. ISO 1043-1 : 2001 Plastics – Symbols and abbreviated terms.

УДК 006.011

**А. А. Плевако, А. И. Хмелева**

студенты кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**С. А. Назаревич**

канд. техн. наук – научный руководитель

### МЕТОДЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ПРОЦЕССАХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТА ПРЕДПРИЯТИЯ

Уровень качества продукции закладывается на самых ранних стадиях проектирования будущего изделия, поэтому качество продукции неразрывно связано с качеством технической документации.

Стандартизация – это деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышение конкурентоспособности продукции, работ и услуг. Она может осуществляться в различных приемах или совокупности приемов для достижения определенных целей – методах стандартизации.



Рис.1. Методы стандартизации

Рассмотрим применение методов стандартизации при разработке нормативно-технической документации.

Разработка документации состоит из следующих этапов:

- планирование;
- разработка;
- анализ;
- согласование.

На каждом этапе существует свой потребитель, который затем становится исполнителем. Проводим опрос потребительских требований для каждого этапа разработки НТД. Далее, рассмотрим с помощью матричной диаграммы логическую связь между потребительскими требованиями и методами стандартизации, которые к ним применимы. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Матрица взаимосвязи методов стандартизации и требований потребителя**

Методы стандартизации	Упорядочение						Унификация	Агрегатирование
	Селекция	Симплификация	Типизация	Оптимизация	Идентификация	Систематизация		
Требования потребителя								
Разработка (разработчик хочет чтобы были определены):								
Распределение ответственности	2	2	0	1	0	0	1	0
Вид документации (СТП, РИ и.т.д)	0	0	2	2	2	2	2	1
Область применения	2	2	0	0	0	0	1	0
Конкретные цели и задачи данного документа	2	2	1	1	0	1	2	0
Структура / состав документации	1	1	2	2	0	2	2	2
Сроки разработки	1	1	2	2	0	2	2	2
Идентификационный номер	0	0	2	2	2	2	0	0

МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

Методы стандартизации	Упорядочение						Унификация	Агрегирование
	Селекция	Симплификация	Типизация	Оптимизация	Идентификация	Систематизация		
Требования потребителя								
Анализ (эксперт хочет, чтобы документ соответствовал и имел):								
Стандартам	2	2	2	2	0	2	2	2
Грамматическим правилам	0	0	2	0	0	0	2	2
Установленным целям и задачам	0	0	1	2	0	1	1	0
Понятную структуру	2	2	2	2	0	2	2	1
Понятный текст	1	1	1	2	0	0	1	0
Наличие достаточной детализации	1	1	1	1	0	2	1	0
Не дублировал другие НТД	0	0	0	1	0	0	1	0
Схемы / графики/ таблицы	2	2	2	2	2	2	2	2
Согласование (согласующее лицо подписывает документ если он):								
Изучен всеми требуемыми экспертами	1	1	2	0	2	2	1	0
Исправлен в соответствии с замечаниями	2	2	0	2	0	1	0	1
Подписан последовательно	0	0	2	1	2	2	1	0

В таблице приняты значения взаимосвязи: 2 – сильная; 1 – слабая; 0 – отсутствует.

Итак, в процессе разработки НТД задействованы все методы стандартизации, но в разной степени. На рис. 2 наглядно представлена степень взаимосвязи в процентном соотношении.

Чаще всего используются методы систематизации и оптимизации (56%) так как они влияют на большую часть потребительских требований.

На предприятии существуют разные виды документации: конструкторская, стандарты предприятия, рабочие инструкции, должностные положения и т.д. В зависимости от вида разрабатываемой документации определяются:

- идентификационный номер;
- сроки разработки;
- область применения;
- структура документа;
- стандарты, которым он должен соответствовать;
- содержание, схемы, графики документа;
- эксперты и порядок проверки.

Каждый документ рассматривается как система взаимосвязанных элементов, с использованием которых создается конкретный документ. Систематизация позволяет в зависимости от вида документа определить, какие составляющие в него входят, и проследить весь процесс разработки документа.

Оптимизация, в свою очередь, заключается в нахождении оптимальных главных параметров (параметров назначения), а также значений других показателей качества и экономичности, для каждого потребительского требования, с помощью которых можно достичь максимальной эффективности удовлетворения запросов потребителя.

Унификация – рациональное уменьшение числа типов, видов и размеров объектов одинакового функционального назначения. Ее роль (44%) в том, что, на основе анализа и изучения требования потребителя и путем сведения близких по назначению их составляющих, приводится к минимуму неоправданное многообразие различных характеристик, в результате которого создается типовой (унифицированный) документ требуемого вида.

Следующие методы стандартизации, влияющие на процесс разработки НТД, – симплификация, селекция и типизация (39%). Сначала определяются объекты, которые признаются либо целесообразными для дальнейшего применения, либо нет, а затем создается типовой образец для повышения качества и универсальности. Например, методом «мозгового штурма» набрасываются идеи по созданию структуры документа, затем отсеиваются не нужные составляющие и создается шаблон, который будет использоваться дальше при разработке данного вида НТД. Он оформляется, документируется и предоставляется для общего пользования.

Процесс идентификации (28%) заключается не только в присвоении определенных порядковых номеров документам, графикам, схемам, а также и в идентификации личности, проверяющей НТД в электронном документообороте методом проставления подписи.

Агрегатирование (28%) позволяет использовать уже имеющиеся универсальные шаблоны, схемы, таблицы и прочее в новом документе по необходимости.

Применение методов стандартизации предполагает набор действий, выбор или разработку оптимальных решений, их узаконение и оформление по установленному порядку, их применение в практике по строго регламентированным правилам. Значит, стандартизацию можно рассматривать как систему приемов трудовой деятельности, то есть как метод работы, основанный на единых оптимальных требованиях к объекту.

## УДК 658.5.011

**Н. Г. Свидерская**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качеством

**В. М. Милова**

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

### ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И РИСКОВ ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ (НА ПРИМЕРЕ КОМПАНИИ ЗАО «БАТ-СПБ»)

В деятельности промышленных предприятий при переходе к рыночной экономике, ориентирующейся на прибыльное, рентабельное хозяйствование, одно из первых мест занимают вопросы принятия рациональных управленческих решений по управлению качеством выпускаемой продукции.

Контроль качества продукции является составной частью производственного процесса и направлен на выявление брака в готовой продукции и на проверку надежности в процессе ее изготовления. Управление качеством происходит на всех стадиях производственного процесса, начиная с входящего контроля используемого сырья и материалов и заканчивая определением соответствия выпущенного продукта техническим характеристикам и параметрам. Такой подход к контролю предполагает проведение испытаний по мере готовности отдельных составляющих продукта [1].

Для выполнения этой задачи была разработана методика, которая применима к каждому процессу производства продукции. Основные этапы методики представлены на рисунке в виде алгоритма (рис. 1).

Для начала необходимо установить план проверок, который регулирует работу всех операторов процесса. Правильное определение ключевых действий на линиях и в цехах залог успешного протекания процесса на всех его жизненных этапах.

Далее, в соответствии с планом, производится отбор проб в необходимом объеме, а также измерения их физических и линейных показателей, по которым в режиме онлайн строятся контрольные

карты. После сбора данных и их отображения на графиках, можно судить о стабильности процесса производства в разные промежутки времени. Если на графиках или в системе имеются «выпавшие» точки (значения), относительно заданных параметров, следует незамедлительно обратиться к производственному участку для выяснения причин нестабильности процесса.

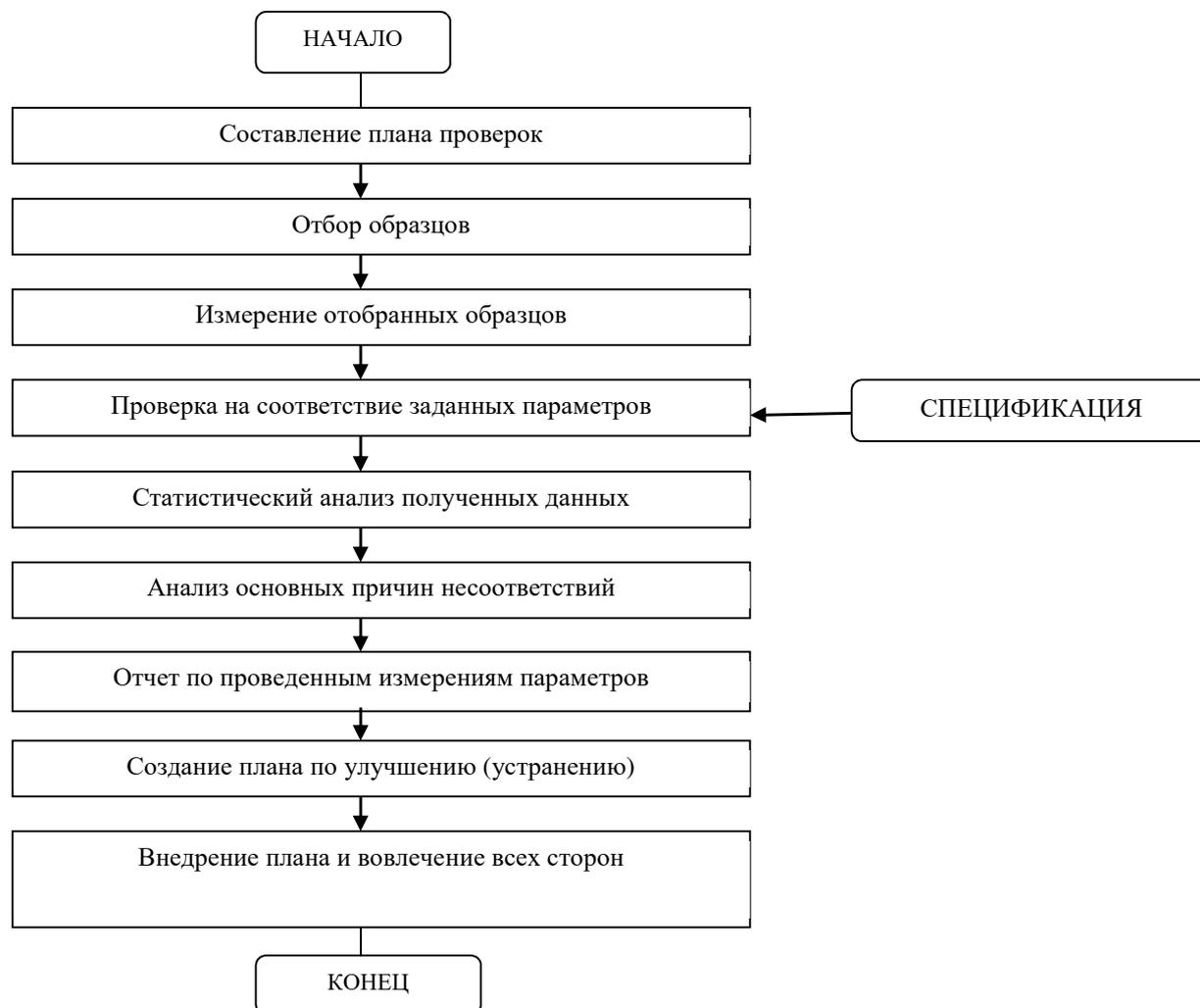


Рис. 1. Алгоритм методики оценки продукции

Одним из ключевых этапов методики является проверка продукта на соответствие заданным параметрам. В него входит как визуальная оценка продукта, так и оценка отклонения фактических физических параметров от заданных. Контролеру качества необходимо визуально оценить готовый продукт в соответствии с кодами и видами дефектов, и провести необходимые анализы физических параметров.

Если процесс вышел из под контроля, необходимо создать план по его улучшению. На этом этапе выясняются причины, по которым продукт не соответствует поставленным характеристикам. Проводят настройку оборудования или осуществляют дополнительную проверку входных материалов. Если продукция была произведена с индексом качества менее 50%, то проводят обратную/повторную выборку, для того, чтобы некачественная продукция не попала потребителям.

После проведения мероприятий по улучшению производственного процесса проводится анализ факторов риска. Для каждого фактора необходимо выявить вероятность его наступления события. На основе проведения анкетирования были получены данные, представленные в табл. 1 [2, 3].

При обработке оценок сформирована обобщенная оценка, установлена степень согласованности мнений экспертов. Обобщенная оценка по каждому из рисков и значение среднеквадратического отклонения (СКО) по параметрам приведены в табл. 2.

Таблица 1

## Результат оценивания

Вероятность риска	Эксперт					
	1	2	3	4	5	6
Расплавы на полипропилене блока	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,7
Неверный продукт	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1
Отсутствие ЭОО пачки	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,5
Морщины на полипропилене пачки	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3
Расслоение бланка пачки	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,3
Отсутствие МРЦ	0,9	0,9	0,7	0,9	0,9	0,9
Перекосы бланка пачки, закрывающие нужную информацию	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5
Замятия пачек, а так же содержимого	0,7	0,5	0,7	0,7	0,5	0,7
Работа внутреннего пакета	0,7	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7
Перекосы внутренней рамки	0,3	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3
Замятия стержней	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1
Морщины вдоль или вокруг ободка	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1

Таблица 2

## Обобщенная оценка

Риск	Вероятность	СКО
Расплавы на полипропилене блока	0,5	0,126491
Неверный продукт	0,1	0,08165
Отсутствие ЭОО пачки	0,5	0,08165
Морщины на полипропилене пачки	0,3	0,08165
Расслоение бланка пачки	0,3	0,10328
Отсутствие МРЦ	0,9	0,08165
Перекосы бланка пачки, закрывающие нужную информацию	0,5	0,08165
Замятия пачек, а так же содержимого	0,7	0,10328
Работа внутреннего пакета	0,7	0,08165
Перекосы внутренней рамки	0,3	0,10328
Замятия стержней	0,1	0,08165
Морщины вдоль или вокруг ободка	0,1	0,08165

Коэффициент конкордации, равный 0,89, а также значения СКО < 0,1 свидетельствуют о высокой степени согласованности оценок, следовательно, по этим оценкам будут продолжены расчеты.

Таким же образом оценено воздействие риска на проект. Итоговые результаты приведены в табл. 3. Важность рассчитана как произведение значений вероятности и воздействия.

Таблица 3

## Воздействие риска на проект

Риск	Вероятность	Воздействие	Важность
Расплавы на полипропилене блока	0,5	0,8	0,4
Неверный продукт	0,1	0,2	0,02
Отсутствие ЭОО пачки	0,5	0,8	0,4
Морщины на полипропилене пачки	0,3	0,4	0,12
Расслоение бланка пачки	0,3	0,4	0,12
Отсутствие МРЦ	0,9	0,2	0,18
Перекосы бланка пачки, закрывающие нужную информацию	0,5	0,4	0,2
Замятия пачек, а так же содержимого	0,7	0,4	0,28
Работа внутреннего пакета	0,7	0,8	0,56
Перекосы внутренней рамки	0,3	0,8	0,24

МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

Риск	Вероятность	Воздействие	Важность
Замятия стержней	0,1	0,8	0,08
Морщины вдоль или вокруг ободка	0,1	0,2	0,02

На этапе «Планирование рисков» приняты стратегии управления рисками и описаны корректирующие и предупреждающие воздействия, результаты которых приведены в табл. 4.

Таблица 4

**Корректирующие и предупреждающие воздействия**

Риск	Важность	Стратегия	Действие
Работа внутреннего пакета	0,56	Снижение	Регулярная проверка и настройка оборудования
Отсутствие ЭОО пачки	0,4	Устранение	Регулярная проверка продукции, и настройки машины
Расплавы на полипропилене блока	0,4	Устранение	Регулярная проверка и настройка оборудования оператором
Замятия пачек, а так же содержимого	0,28	Устранение	Регулярная проверка продукции, и настройки машины
Перекосы внутренней рамки	0,24	Принятие	
Перекосы бланка пачки, закрывающие нужную информацию	0,2	Устранение	Проверка бланков при поступлении
Отсутствие МРЦ	0,18	Устранение	Обратная выборка и ТО (замена лазера)
Расслоение бланка пачки	0,12	Снижение	Проверка бланков при поступлении
Морщины на полипропилене пачки	0,12	Снижение	Настройки машины и проверка входных материалов
Замятия стержней	0,08	Устранение	ТО
Неверный продукт	0,02	Устранение	Обратная выборка
Морщины вдоль или вокруг ободка	0,02	Принятие	

Дальнейший мониторинг и повторный анализ позволит свести вероятность появления фактора риска и его последствия к минимальному значению.

Описанная выше методика доказывает, что контроль качества занимает особое место в жизненном цикле процесса производства. Посредством непрерывного контроля качества осуществляется сопоставление фактически достигнутых результатов функционирования системы с запланированными. Современные методы контроля качества продукции, позволяющие при минимальных затратах достичь высокой стабильности показателей качества, приобретают все большее значение. Именно контроль как одно из эффективных средств достижения намеченных целей и важнейшая функция управления способствует выпуску продукции высокого качества. От степени совершенства контроля качества, его технического оснащения и организации во многом зависит эффективность производства в целом.

**Библиографический список**

1. Андерсен Б. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования// М.: РИА «Стандарты и качество», 2003. 272 с.
2. British American Tobacco. // Отчет об устойчивом развитии // 2015г.
3. British American Tobacco // Журнал : Навигатор. NAVIGATOR. , весна 2016 г.

УДК 658.562.012.7

**Г. Н. Семенкова**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**С. А. Назаревич**

канд. техн. наук – научный руководитель

## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИК ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Россия – одна из немногих стран, способных производить промышленные товары практически любого типа. Промышленность нашей страны состоит из множества предприятий и отраслей, среди которых ведущей является машиностроение, состоящая из более 70 отраслей. Почти 30% от общего объема промышленной продукции приходится на долю именно машиностроительного комплекса.

Одним из основных направлений российского машиностроения является авиационная промышленность. По количеству производимых воздушных судов в год наша страна занимает одно из ведущих мест в мировом масштабе. В частности область строительства беспилотных летательных аппаратов (БЛА) переживает настоящий бум: создается широкая номенклатура машин как военного, так и гражданского назначения – от мини-устройств, рассчитанных на индивидуальное применение, до сложнейших стратегических аппаратов [1].

Начиная с 2014 г., ввиду важных для отечественной промышленности событий – обмена санкциями и сильного понижения курса рубля к мировым валютам – начался очередной виток импортозамещения (после дефолта 1998 г. данный процесс имел место быть, несколько оживив российское производство). Если ситуация будет развиваться аналогично кризису 1998 г., в ближайшие пару лет можно ожидать роста нашей промышленности ещё на 15–20%.

В связи с этим перед Россией открываются новые возможности: укрепить свои позиции, а также занять лидирующее место на мировом рынке. Военно-политическое руководство страны поставило перед российскими конструкторами задачу: к 2022 г. доля российских беспилотных воздушных судов должна составить как минимум 5% [1].

Достижение лидирующих позиций и удовлетворение требований потребителей обеспечивается выпуском конкурентоспособной продукции. Степень удовлетворения требований потребителей соответствующей продукцией определяется ее качеством.

Качество продукции в условиях современного производства – это важнейшая составляющая эффективности и рентабельности предприятия. Проблема оценки, контроля и повышения уровня качества является актуальной для любого предприятия. Именно поэтому ему необходимо уделять постоянное внимание.

В данной статье рассмотрены дифференциальный и комплексный методы оценки уровня качества технической продукции на примере беспилотных вертолетов (БПВ), дальность полета которых достигает до 100 км, а максимальная взлетная масса не более 50 кг.

Итак, согласно ГОСТ Р ИСО 9000-2015, качество – степень соответствия присущих характеристик объекта требованиям [2]. Смысл процедуры оценки технического уровня и качества продукции заключается в сопоставлении характеристик исследуемого образца с базовыми образцами продукции, аналогами, как отечественными, так и зарубежными. Результатом такой оценки являются комплект документов, выполненный в соответствии с ГОСТ 2.116–84 «Карта технического уровня и качества продукции», и решение о перспективе применения новшества в производственной деятельности или реализации его как новой продукции. Однако требования ГОСТ 2.116–84 недостаточны для эффективной оценки технического уровня современной продукции. Необходимо пересмотреть подходы и основные положения стандарта в сторону научной и инновационной деятельности. Актуализация должна выражаться в использовании характеристик базовых образцов продукции, принятых за эталон, в сравнении с характеристиками исследуемого новшества. Такими образцами должны быть инновации, прогрессивная и наукоемкая продукция, а также рационализаторские решения. Отклонение показателей исследуемого объекта

от эталонных в процентном соотношении дает возможность оценить критические направления в развитии предприятия и вовремя подвергнуть его деятельность корректировке. Эталон продукции должен служить стимулом для повышения качества производимой продукции и внедрения инноваций [6].

Для определения технического уровня и качества беспилотного вертолета БПВ-37 «Бриз» была разработана карта технического уровня (КТУ) и качества продукции, где были описаны основные технические характеристики сравниваемых моделей беспилотных вертолетов. В качестве базового образца был взят БЛА ближнего действия «Камов»; в качестве перспективного образца – Мониторинговый комплекс с БПВ-500; заменяемый образец был представлен беспилотным вертолетом SkyPatrol-100; в качестве лучших отечественного и зарубежного аналогов были взяты БЛА вертолетного типа ZALA 421-23 и БПВ BlackEagle 50, соответственно. В статье представлены форма 2 «Определение технического уровня и качества продукции» (табл. 1) и форма 4 «Данные об аналогах» (табл. 2).

Таблица 1

Форма 2

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ И КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ**

Наименование показателя	Единица величины показателя	Значение показателя					
		Оцениваемой продукции	Базового образца	Перспективного образца	Заменяемого образца	Лучших аналогов	
						отечественного	зарубежного
1	2	3	4	5	6	7	8
Максимальная взлетная масса	кг	37	50	500	32	35	35
Масса аппаратуры целевой нагрузки	кг	12	12	180	9	11,5	3
Время полета	ч	1-1,5	2	8	1	1,5	3
Диапазон рабочих высот полета над постилающей поверхностью	м	50-1000	5000	50-4000	30-500	3000	2700
Диапазон воздушных скоростей горизонтального полета	км/ч	80	110	180	70	50	126
Радиус действия радиоканала	км	18	100	500		50	10
Силовая установка	-	ДВС	ДВС	ДВС	ДВС	ДВС	ДВС
Способ управления	-	Ручной, авт., полувт.	Ручной, авт., полувт.	Ручной, авт., полувт.	Ручной, авт., полувт.	Ручной, авт., полувт.	Ручной, авт., полувт.
Диапазон рабочих температур	°С	-20 - +35	-30 - +40	-30 - +50	-20 - +50	-30 - +40	-40 - +55

3 – БПВ-37 «Бриз»

4 – БЛА ближ. действ. «Камов»

- 5 – Мониторинговый комплекс с БПВ-500  
 6 – Беспилотный вертолет SkyPatrol-100  
 7 – БЛА вертолетного типа ZALA 421-23  
 8 – БПВ BlackEagle 50

Таблица 2

Форма 4

## Данные об аналогах

Наименование данных	Заменяемый образец	Лучший отечественный аналог	Лучший зарубежный аналог
1	2	3	4
Условное обозначение продукции	БПВ SkyPatrol-100	БЛА вертолетного типа ZALA 421-23	БПВ Black Eagle 50
Код продукции	75 2850	75 2850	75 2850
Страна	RU	RU	IL (Израиль)
Предприятие изготовитель	ООО «Техноком Групп»	ZALA AERO GROUP	Steadicopter
Год поставки продукции на производство	2005 (разработан)	2010 (разработан)	2003-2005 (разработан)
Источники информации	Сайт компании ООО «Техноком Групп»: <a href="http://www.tecnocom.ru/be-spilotnye-letatelnye-apparaty/skypatrol-100">http://www.tecnocom.ru/be-spilotnye-letatelnye-apparaty/skypatrol-100</a>	Сайт компании ZALA AERO GROUP: <a href="http://zala.aero/zala-421-23/">http://zala.aero/zala-421-23/</a>	Сайт компании Steadicopter: <a href="http://www.steadicopter.com/Page.aspx?ID=128286576">http://www.steadicopter.com/Page.aspx?ID=128286576</a>
Место хранения информации	ООО «Техноком Групп», г. Москва ул. Енисейская д.1	ZALAAEROGROUP, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Воровского, 130	Steadicopter Ltd. 6 Hatikshoret St. POB 729 Migdal HaEmek 2307049 Israel

## Дифференциальный метод оценки качества

Оценка качества продукции при использовании дифференциального метода производится на основе наиболее значимых свойств объекта, которые условно рассматриваются как равнозначные. Количество этих свойств ограничено – это облегчает процесс оценивания уровня качества сопоставляемой продукции. По такому же принципу формируются КТУ оцениваемой продукции.

Данный метод заключается в сравнении единичных показателей качества (ПК) оцениваемой продукции с соответствующими показателями сопоставимых образцов. В статье исследуемым образцом является БПВ-37 «Бриз», а в качестве аналогов взяты заменяемый образец, лучшие отечественный и зарубежный аналоги (табл. 2). Исходные данные для дальнейших расчетов представлены в табл. 3.

Таблица 3

## Исходные данные

Показатель качества	Единицы измерения	БПВ-37 «Бриз»	БПВ SkyPatrol-100	БЛА вертолетного типа ZALA 421-23	БПВ Black Eagle 50
Взлетная масса	кг	37	32	35	35
Масса аппаратуры целевой нагрузки	кг	12	9	11,5	3
Высота полета	м	1000	500	3000	2700
Продолжительность полета	ч	1,5	1	1,5	3
Дальность полета	км	18	100	50	10
Максимальная скорость полета	Км/ч	80	70	50	126

Для каждого из показателей рассчитываются относительные ПК (Q):

$$Q = \frac{P_i}{P_{\text{баз}}}, \quad (1)$$

$$P_{\text{баз}} = \frac{\sum_n P_i}{n}, \quad (2)$$

где  $P_i$  – значение  $i$ -го ПК оцениваемой продукции;  $P_{\text{баз}}$  – значение  $i$ -го ПК базового (сопоставимого) образца.

Если  $Q_i \geq 1$ , уровень качества выше или равен базовому. Если же  $Q_i < 1$ , то уровень качества ниже базового.

Ниже произведены расчеты относительных показателей качества.

1. ПК – Взлетная масса (кг)

$$P_{\text{баз.}} = \frac{37 + 32 + 35 + 35}{4} = 34,75;$$

$$Q_1 = \frac{37}{34,75} = 1,06; Q_2 = \frac{32}{34,75} = 0,92; Q_3 = \frac{35}{34,75} = 1,01; Q_4 = \frac{35}{34,75} = 1,01.$$

2. ПК – Масса аппаратуры целевой нагрузки (кг)

$$P_{\text{баз.}} = \frac{12 + 9 + 11,5 + 3}{4} = 8,86;$$

$$Q_1 = \frac{12}{8,86} = 1,35; Q_2 = \frac{9}{8,86} = 1,02; Q_3 = \frac{11,5}{8,86} = 1,3; Q_4 = \frac{3}{8,86} = 0,34.$$

3. ПК – Высота полета (м)

$$P_{\text{баз.}} = \frac{1000 + 500 + 3000 + 2700}{4} = 1800;$$

$$Q_1 = \frac{1000}{1800} = 0,56; Q_2 = \frac{500}{1800} = 0,28; Q_3 = \frac{3000}{1800} = 1,67; Q_4 = \frac{2700}{1800} = 1,5.$$

4. ПК – Продолжительность полета (ч)

$$P_{\text{баз.}} = \frac{1,5 + 1 + 1,5 + 3}{4} = 1,75;$$

$$Q_1 = \frac{1}{1,75} = 0,57; Q_2 = \frac{1}{1,75} = 0,57; Q_3 = \frac{1,5}{1,75} = 0,86; Q_4 = \frac{3}{1,75} = 1,71.$$

5. ПК – Дальность полета (км)

$$P_{\text{баз.}} = \frac{18 + 100 + 50 + 10}{4} = 44,5;$$

$$Q_1 = \frac{18}{44,5} = 0,4; Q_2 = \frac{100}{44,5} = 2,25; Q_3 = \frac{50}{44,5} = 1,12; Q_4 = \frac{10}{44,5} = 0,25.$$

6. ПК – Максимальная скорость полета (км/ч)

$$P_{\text{баз.}} = \frac{80 + 70 + 50 + 126}{4} = 81,5;$$

$$Q_1 = \frac{80}{81,5} = 0,98; Q_2 = \frac{70}{81,5} = 0,86; Q_3 = \frac{50}{81,5} = 0,61; Q_4 = \frac{126}{81,5} = 1,55.$$

Результаты расчетов приведены в табл. 4.

Таблица 4

**Результаты расчетов**

Показатель качества	Единицы измерения	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>
Взлетная масса	кг	1,06	0,92	1,01	1,01
Масса аппаратуры целевой нагрузки	кг	1,35	1,02	1,3	0,34
Высота полета	м	0,56	0,28	1,67	1,5
Продолжительность полета	ч	0,86	0,57	0,86	1,71
Дальность полета	км	0,4	2,25	1,12	0,25
Максимальная скорость полета	Км/ч	0,98	0,86	0,61	1,55

Принятые обозначения:

- Q<sub>1</sub> – сводный ПК для БПВ-37 «Бриз»;
- Q<sub>2</sub> – сводный ПК для БПВ SkyPatrol-100;
- Q<sub>3</sub> – сводный ПК для БПВ ZALA 421-23;
- Q<sub>4</sub> – сводный ПК для БПВ Black Eagle 50.

Вывод: оценки показателей качества БПВ-37 «Бриз» дифференциальным методом имеют достаточно высокие значения (превышают 1 или близки к этому значению). Из полученных результатов видно, что необходимо доработать следующие показатели: высота полета (Q=0,56), продолжительность полета (Q=0,86) и дальность полета (Q=0,4).

**Комплексный метод оценки уровня качества продукции**

Комплексный метод оценки уровня качества предусматривает использование комплексного (обобщенного) ПК. Этот метод применяется в случаях, когда оказывается целесообразным уровень качества выразить только одним числом [6].

Для того чтобы обеспечить достоверность оценки уровня качества комплексным методом, необходимо обосновать комплексный (обобщенный) показатель качества. В данной статье комплексный показатель качества представлен обобщенным показателем качества.

*Расчет обобщенного показателя качества*

1. Определяются уровни ПК и их значений. Результаты отображены на рис. 1.

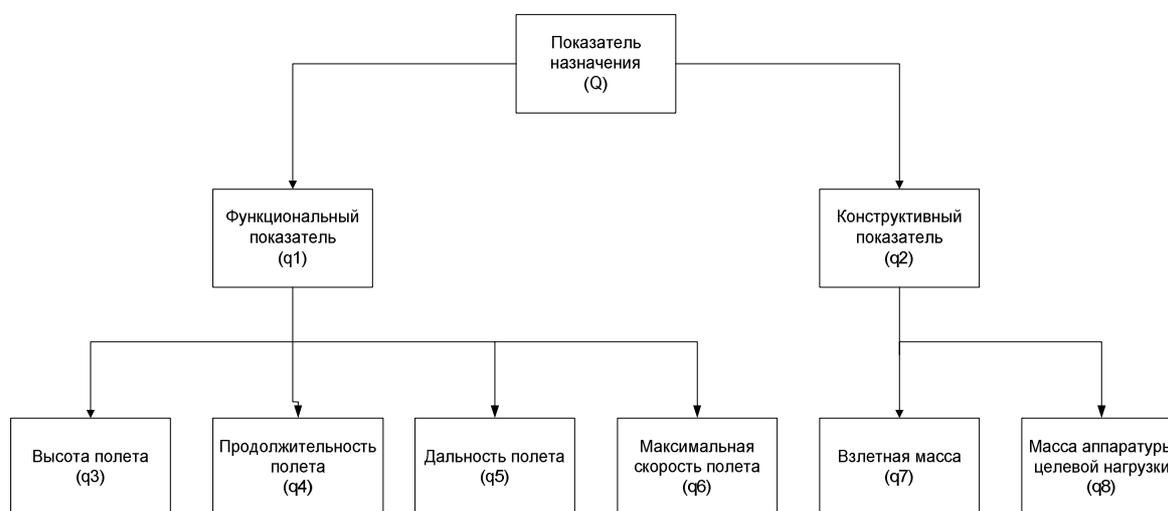


Рис. 1. Иерархия показателей качества

Значения каждого из показателей качества для исследуемого образца (БПВ-37 «Бриз») и сопоставимых аналогов приведены в табл. 5.

Таблица 5

**Показатели качества**

№	Показатель качества	Единицы измерения	1	2	3	4
q1	Показатели функциональной и технической эффективности					
q3	Высота полета	м	1000	500	3000	2700
q4	Продолжительность полета	ч	1,5	1	1,5	3
q5	Дальность полета	км	18	100	50	10
q6	Максимальная скорость полета	Км/ч	80	70	50	126
q2	Конструктивные показатели					
q7	Взлетная масса	кг	37	32	35	35
q8	Масса аппаратуры целевой нагрузки	кг	12	9	11,5	3

Принятые обозначения:

- 1 – БПВ-37 «Бриз»;
- 2 – БПВ SkyPatrol-100;
- 3 – БЛА вертолетного типа ZALA 421-23;
- 4 – БПВ Blackeagle 50.

Для обеспечения сопоставимости значений абсолютных показателей  $Q_i$  (приведения их к одинаковому масштабу и выражения их в одинаковых единицах измерения) следует произвести их перевод в относительные ( $K$ ) с помощью коэффициента нормирования:

$$K_{ij} = \frac{Q_{ij}}{q_i^{эт}}, \quad (3)$$

где  $i$  – номер свойства;  $j$  – номер оцениваемого объекта;  $q_i^{эт}$  – эталонное значение показателя свойства.

В качестве эталонного ПК берется показатель с наибольшим значением среди сопоставимых образцов. Результаты расчетов ухода от размерностей приведены в табл. 6.

Таблица 6

**Нормирование показателей**

№	Показатель качества	Сводный ПК для БПВ-37 «Бриз»	Сводный ПК для БПВ SkyPatrol-100	Сводный ПК для БПВ ZALA 421-23	Сводный ПК для БПВ Black Eagle 50
		1	2	3	4
q1	Показатели функциональной и технической эффективности				
q3	Высота полета	0,33	0,17	1	0,9
q4	Продолжительность полета	0,5	0,33	0,5	1
q5	Дальность полета	0,18	1	0,5	0,1
q6	Максимальная скорость полета	0,63	0,56	0,4	1
q2	Конструктивные показатели				
q7	Взлетная масса	1	0,86	0,95	0,95
q8	Масса аппаратуры целевой нагрузки	1	0,75	0,96	0,25

2. Далее экспертным методом происходит оценка важности показателей путем парных сравнений. Для этого определяется шкала для осуществления данной оценки ПК. Значения шкалы парных сравнений представлены в табл. 7.

Таблица 7

Шкала оценки ПК

Оценка важности	Качественная оценка	Смысловая интерпретация
1	Равная важность	Равный вклад двух показателей в композиционно сложный показатель (свойство, характеристику)
3	Слабое превосходство	Опыт и суждения экспертов дают предпочтение одному показателю (характеристике) перед другим
5	Существенное или сильное превосходство	Опыт и суждения экспертов дают надежные доказательства существенного превосходства одного показателя (свойства, характеристики) над другим
7	Очевидное (значимое) превосходство	Существуют убедительные свидетельства в пользу большей важности одного показателя по сравнению с другим, что становится практически значительным
9	Абсолютное (очень сильное) превосходство	Максимально подтверждается предпочтительность одного показателя перед другим, что в высшей степени убедительно
2, 4, 6, 8.	Промежуточные значения между соседними оценками	Применяются в компромиссном случае

После определения шкалы, производится непосредственно парное сравнение ПК и определяется важность одного относительно другого показателя.

Построение матриц парных сравнений

	q1	q2
q1	1	2
q2	1/2	1

	q3	q4	q5	q6
q3	1	1/4	1/5	2
q4	4	1	2	5
q5	5	1/2	1	4
q6	1/2	1/5	1/4	1

	q7	q8
q7	1	2
q8	1/2	1

| q3 | q4 | q5 | q6

| q7 | q8

3. После того, как произведена экспертная оценка важности ПК, осуществляется расчет весовых коэффициентов ( $\omega$ ). Результаты расчетов представлены в табл. 6–8. Подробный расчет показан в табл. 8.

Таблица 8

## Расчет показателей q1 и q2

	q1	q2	Расчет	ω
q1	1	2	$\sqrt{1 \cdot 2} = 1,41$	$\omega_1 = 1,41/2,12 = 0,67$
q2	1/2	1	$\sqrt{1/2 \cdot 1} = 0,70$	$\omega_2 = 0,70/2,12 = 0,33$
	Σ		2,12	1

Таблица 9

## Расчет показателей q3, q4, q5 и q6

	q3	q4	q5	q6	Расчет	ω
q3	1	1/4	1/5	2	$\sqrt{0,25} = 0,5$	$\omega_3 = 0,05$
q4	4	1	2	5	$\sqrt{40} = 6,32$	$\omega_4 = 0,62$
q5	5	1/2	1	4	$\sqrt{10} = 3,16$	$\omega_5 = 0,31$
q6	1/2	1/5	1/4	1	$\sqrt{0,025} = 0,16$	$\omega_6 = 0,02$
	Σ				10,14	1

Таблица 10

## Расчет показателей q7 и q8

	q7	q8	Расчет	ω
q7	1	2	$\sqrt{2} = 1,41$	$\omega_1 = 0,67$
q8	1/2	1	$\sqrt{0,5} = 0,70$	$\omega_2 = 0,33$
	Σ		2,12	1

4. После подсчета весовых коэффициентов, производится расчет обобщенного показателя Q по формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^n \omega_{ij} \cdot q_i, \quad (3)$$

где  $\omega_{ij}$  – значение весового коэффициента;  $q_i$  – значение показателя качества (нормированное).

Ниже приведены расчеты интегрального ПК для всех сравниваемых образцов:

– Мониторинговый комплекс с беспилотными вертолетами «Бриз»:

$$Q_1 = 0,05 \cdot 0,33 + 0,62 \cdot 0,5 + 0,31 \cdot 0,18 + 0,02 \cdot 0,63 + 0,67 \cdot 1 + 0,33 \cdot 1 = 1,395;$$

– БПВ Sky Patrol 100:

$$Q_2 = 0,05 \cdot 0,17 + 0,62 \cdot 0,33 + 0,31 \cdot 1 + 0,02 \cdot 0,56 + 0,67 \cdot 0,86 + 0,33 \cdot 0,75 = 1,358;$$

– БПВ Zala421-23:

$$Q_3 = 0,05 \cdot 0,1 + 0,62 \cdot 0,5 + 0,31 \cdot 0,5 + 0,02 \cdot 0,4 + 0,67 \cdot 0,95 + 0,33 \cdot 0,96 = 1,476;$$

– БПВ Black Eagle 50:

$$Q_4 = 0,05 \cdot 0,9 + 0,62 \cdot 1 + 0,31 \cdot 0,1 + 0,02 \cdot 1 + 0,67 \cdot 0,95 + 0,33 \cdot 0,25 = 1,435.$$

5. Проведено равнение полученных результатов:

$$Q_1 \text{ и } Q_2: \frac{1,395}{1,358} = 1,033 \quad Q_1 \text{ и } Q_3: \frac{1,395}{1,476} = 0,945 \quad Q_1 \text{ и } Q_4: \frac{1,395}{1,435} = 0,972.$$

Вывод: Рассчитав интегральный показатель для исследуемого БПВ-37, его заменяемого образца (БПВ SkyPatrol 100) и отечественного и зарубежного аналогов (БПВ Zala421-23 и БПВ BlackEagle 50), а также произведя сравнение этих показателей, можно сделать вывод, что исследуемый образец превосходит по показателям качества заменяемый (Q1 и Q2), но уступает по своим характеристикам лучшим отечественному и зарубежному аналогам (Q1 и Q3; Q1 и Q4).

Подводя итоги, следует отметить, что на сегодняшний день Россия отстает от мировых лидеров. Однако определенные наработки в этой области российская военная промышленность уже имеет. Отечественная беспилотная авиация является перспективной, требующей инвестиций и дальнейшего развития для достижения лидирующих позиций на рынке беспилотных летающих аппаратов вертолетного типа.

Из проведенной оценки ПК комплексным методом видно, что исследуемый образец (БПВ-37 «Бриз») уступает по ряду показателей своим аналогам. Результаты дифференциального метода оценки показателей качества позволяют определить, какие именно показатели требуют доработки в первую очередь.

### Библиографический список

1. Информационное агентство «Оружие России». Статья «История и перспективы беспилотной российской авиации» 3.05.15 [Электронный ресурс] URL:[http://www.arms-expo.ru/news/novye\\_razrabotki/istoriya\\_i\\_perspektivy\\_rossiyskoy\\_bespilotnoy\\_aviatsii/](http://www.arms-expo.ru/news/novye_razrabotki/istoriya_i_perspektivy_rossiyskoy_bespilotnoy_aviatsii/)
2. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
3. ГОСТ 2.116 – 84 «Карта технического уровня и качества продукции» М: 2007. 15с.
4. РД 50-149-79 «Методические указания по оценке технического уровня и качества промышленной продукции»
5. Федюкин В.К. Квалиметрия. Измерение качества промышленной продукции: учебное пособие / В. К. Федюкин. М: КНОРУС, 2015. 316 с.
6. С. А. Назаревич. Методики оценки качества продукции: методическое пособие.

УДК 504.064.47

**А. В. Семенова**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. С. Смирнова**

научный руководитель

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФЕРМ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Во всем мире аграрный сектор выбрасывает 12–14% парниковых газов, большая часть этих выбросов приходится на животноводство. Деятельность ферм крупного рогатого скота (КРС) оказывает негативное влияние на окружающую среду, загрязняя поверхностные слои почвы, подземные и поверхностные воды и выделяя такие загрязняющие вещества как метан ( $CH_4$ ), аммиак ( $NH_3$ ), оксиды азота ( $NO$  и  $N_2O$ ), НМЛОС (неметановые летучие органические соединения) [1].

Выделение данных веществ можно уменьшить с помощью грамотной организации кормления животных, использования навоза в качестве биотоплива или удобрения, соблюдения всех требований при хранении экскрементов.

В РФ количество экскрементов крупного рогатого скота (КРС), образующихся ежегодно, составляет 232 млн. т/год. При этом только 30% используются в качестве удобрения. Территория, равная более 2 млн. га, используется для хранения оставшейся части образующихся экскрементов, являясь источником загрязнения окружающей среды [2].

Почти на каждой ферме России не используются системы очистки отходов. Сырье складывается в лагунах, и после их заполнения выносится на поля без какой-либо обработки, при этом создавая угрозу

заражения водоемов, почвы, подземных вод и пастбищ опасными возбудителями болезней. Чтобы уменьшить отрицательное воздействие экскрементов на окружающую среду, необходимо использовать современные способы утилизации навоза, то есть не уничтожения его как отхода, а употребление с пользой. К таким способам можно отнести использование навоза в качестве удобрений, получение биогаза. Также необходимо соблюдать требования во время хранения экскрементов и режим внесения удобрений в почву для исключения загрязнения почв, подземных и поверхностных вод.

Навоз можно использовать в качестве удобрения при отсутствии в нем патогенной микрофлоры, яиц и личинок гельминтов, семян сорных растений, способных к всхожести и при максимальном сохранении питательных веществ (азот, фосфор, калий и др.). Всем этим требованиям отвечает биологический способ обработки – анаэробное сбраживание.

Использование анаэробной технологии для отходов животноводства с целью получения биогаза широко используется в США, странах Европы и Азии. В Российской Федерации данная технология не нашла широкого применения из-за нехватки о ней информации и отсутствия соответствующего оборудования. Принимая во внимание государственную поддержку использования возобновляемых источников энергии и большую конкурентоспособность сельскохозяйственных культур, выращенных на органическом удобрении, применение данной технологии является перспективным.

Анаэробное сбраживание – процесс разложения органических веществ микроорганизмами в условиях отсутствия кислорода. В анаэробном сбраживании при распаде органических веществ весь их углерод окисляется до углекислого газа, а водород – до воды. При этом бродящая масса сильно нагревается, и выделяется большое количество энергии в виде тепла. При анаэробном брожении до 60–70% углерода бродящей массы переходит в горючий газ метан  $CH_4$  и лишь оставшаяся, значительно меньшая часть – в углекислоту, свободный азот и водород. Скорость образования биогаза зависит от исходных физико-химических, биохимических, микробиологических параметров сбраживаемого субстрата и температуры процесса.

Существуют различные оптимальные температурные зоны жизнедеятельности микроорганизмов, присутствующих в составе экскрементов. Поэтому различают три температурных режима анаэробного сбраживания: психрофильный (10–15°C), мезофильный (35–37°C) и термофильный (55–58°C). При получении биогаза необходим навоз КРС с влажностью 91% для самообеспечения процесса сбраживания в зимний период. При этом требуется наличие более 50 голов скота при использовании мезофильного режима и более 500 голов при термофильном режиме [2].

При хранении навоза возникает подкисление и заболачивание природных экосистем за счет эмиссии аммиака ( $NH_3$ ). Также выделяются оксид азота ( $NO$ ), образующийся в результате нитрификации в поверхностных слоях хранимого навоза, и неметановые летучие органические соединения (НМЛОС), которые образуются из непереваренных белков, разлагающихся в экскрементах.  $NO$  и НМЛОС участвуют в образовании озона, который может оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье человека и рост растений.

Для снижения эмиссии оксида азота  $NO$  применяется ингибитор нитрификации, добавляемый к жидкому навозу перед аппликацией на земельный участок. Использование ингибиторов нитрификации уменьшает и выбросы  $N_2O$  [3].

Если предприятие не планирует использовать экскременты в качестве органических удобрений, а, следовательно, нет необходимости в сохранении питательных веществ, то эмиссию аммиака можно снизить с помощью определенных методов кормления скота и хранением компоста при низких температурах.

Для уменьшения выделения аммиачного азота, находящегося в экскрементах КРС, рентабельней всего использовать низкопротеиновое кормление. Необходимо учитывать, что молодняк больше нуждается в протеине, чем старые, малопродуктивные животные. Выброс аммиака уменьшается примерно на 10% при уменьшении содержания в рационе белка на 10 г на 1 кг. Важно соблюдать все требования по аминокислотам, чтобы данный метод не имел отрицательного влияния на здоровье и благополучие животных [4].

Уменьшение выбросов НМЛОС происходит за счет немедленного удаления мочи из стойл крупного рогатого скота. Для этого используются подпольные навозохранилища с двухъярусными каналами

удаления отходов. Жидкость поступает по нижнему ярусу в жижесборный коллектор и не взаимодействует с навозом. Для исключения накопления навозной жижи на дне хранилища необходимо использовать автономную жижевыводящую систему хранилища со сборным колодцем. Данную систему можно заменить использованием торфа на дне хранилища толщиной 40–50 см [5].

Соблюдения требований при хранении экскрементов предотвращает загрязнение окружающей среды. Главной задачей после удаления навоза из помещений ферм является организация его складирования в специально оборудованных навозохранилищах. Большее распространение получило сооружение отдельно стоящих навозохранилищ. Существуют открытые и закрытые хранилища. Они могут представлять собой:

- котлован, стены и дно которого облицованы гидроизоляционными материалами;
- металлический или бетонный цилиндрический резервуар;
- пристройки к животноводческим помещениям или отдельные сооружения в виде траншей, которые устраиваются под полом животноводческих помещений;
- гибкий резервуар.

При выборе любого из этих типов организации хранения навоза важной задачей является качественная гидроизоляция почвы, чтобы избежать ее загрязнения возбудителями опасных заболеваний. Для гидроизоляции можно использовать бетон или качественные полимерные материалы. Выбор материала основывается на значении величины уровня грунтовых вод, особенностей самого грунта и размера бюджета хозяйства.

На размеры навозохранилища влияют поголовье стада и возраст животных, количество дней хранения навоза, ожидаемое количество возможного попадания жидкости, продолжительность стойлового периода и какие средства механизации используются, готовность навоза для внесения в почву.

При нахождении животноводческого хозяйства, находящиеся в местах с высокой плотностью населения, в близости от естественных водоемов необходимо строить капитальные прифермерские хранилища закрытого и открытого типов с твердым покрытием стен.

В районах с продолжительной холодной зимой рекомендуется использование закрытых навозохранилищ. При этом способе хранения происходит замедление биологических процессов в навозе, питательные вещества сохраняются хорошо.

Наиболее технологичным и менее затратным способом хранения экскрементов является использование металлических жижехранилищ. Применение этого способа хранения исключает возможность попадания отходов в грунтовые воды. Металлические резервуары могут быть установлены в любой местности, имеют долгий срок службы, быстро монтируются [3].

Таким образом, получение биогаза позволит не только уменьшить негативное влияние отходов ферм КРС, но и использовать полученное топливо в хозяйственных нуждах. При невозможности использования данной технологии рекомендуется установка хранилищ твердых отходов, таких как металлические жижехранилища, а также введение низкопротеиновой диеты скота. Также рекомендуется использовать двухъярусные каналы удаления отходов КРС, ингибиторы нитрификации.

### Библиографический список

1. *Andreas Gattinger, Julia Jawtusich, Adrian Muller*(FIBL). Mitigating Greenhouse Gases in Agriculture. A challenge and opportunity for agricultural policies. Diakonisches Werk der EKD e.V., Stuttgart, November 2011.
2. *Корзникова М. В.* Стратегические аспекты устойчивого управления отходами животноводства и птицеводства в целях минимизации негативного воздействия на окружающую среду : Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук.: 03.00.16/ РУДН, М., 2006. 37 с.
3. Животноводческие хозяйства и использование навоза/ Николас Хатчингс, Барбара Амон, Ульрих Демгген, Джим Уэбб// Руководство по инвентаризации выбросов ЕМЕП/ЕАОС. 2010. - 73 с.
4. *Капустин Н.А.* Экология органики [Электронный ресурс] // Белорусское сельское хозяйство: электрон. научно-практич. журнал. 2013. N 134. URL: <http://agriculture.by/articles/tehnika-i-tehnologii/jekologija-organiki>.
5. *Долгов В.С.* Гигиена уборки и утилизации навоза - М.: Россельхозиздат, 1984. 175 с.

УДК 658.5.011, 669

**А. А. Соловьев**

магистрант кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**Н. А. Жильникова**

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

### СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РЕШЕНИЯ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА

Металлургия – это наука о промышленных способах производства металлов и сплавов и их первичной обработке [1]. В мировой практике металлы принято подразделять на черные и цветные (нечерные). Черная металлургия включает в себя добычу, обработку и производство стали, ферросплавов и чугуна, в то время как цветная металлургия подразделяется на «легкие» (титан, магний, алюминий) и «тяжелые» (цинк, медь, никель) металлы.

За последние 35 лет в мировой металлургии произошли существенные изменения. В 1980 г. было произведено 716 млн т. и в число стран лидеров входили СССР (21% от мирового объема выплавки стали), Япония (16%), США (14%), Германия (6%), Китай (5%) и др.

В 2014 г. мировое производство металлов составило 1665 млн т. При этом кардинально изменился состав лидирующих стран – Китай (60% от мирового объема производства стали), Япония (8%), США и Индия (6%), Южная Корея и Россия (5%), Германия (3%) и др.

Стоит отметить, что наблюдается положительная тенденция мирового производства металлов, которая отображена на рис. 1.

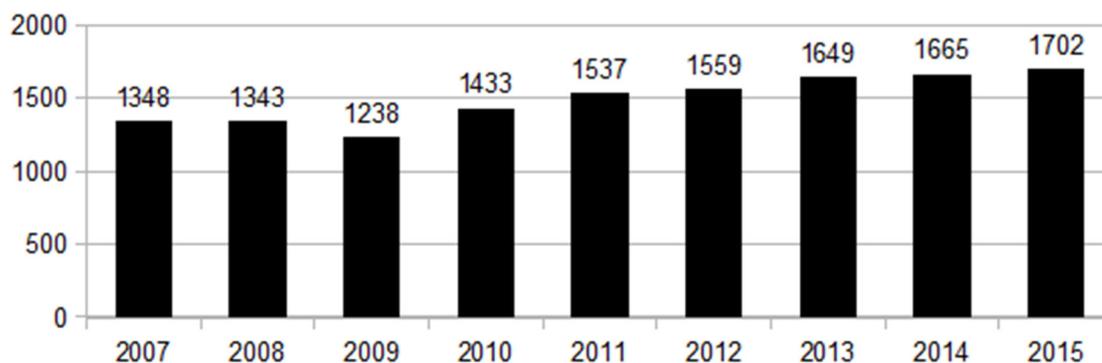


Рис. 1. Мировое производство металлов, млн т.

Аналогичная тенденция характерна для мирового потребления металлов. Металлы во всех разновидностях (чугун, сталь и прокат) были и остаются главным массовым конструкционным материалом. Металлургия сохраняет роль мирового лидера, вытеснив древесину в ряде строительных производств, соперничая с цементом и взаимодействуя с ним (железобетон), продолжая конкурировать с новыми видами конструкционных материалов (полимеры, керамика).

На рис. 2 отображена тенденция потребления металлов за последние 4 года.

Стоит отметить, что мировое потребление характеризуется растущей динамикой. К примеру, средний темп роста потребления металлов за 2014 г. составил 3%. Однако, несколько меньший темп роста характерен для развитых стран (2%). На развивающиеся страны приходится порядка 1133 млн т. металла, по данным 2014 г.

Потребление металлов на территории Российской Федерации характеризуется отсутствием существенного роста потребления на внутреннем рынке как следствие замедления темпов роста российской экономики. При осложнении ситуации в экономике страны и повышение уровня неопределенности для всех отраслевых рынков характерно снижение объемов потребления [2].

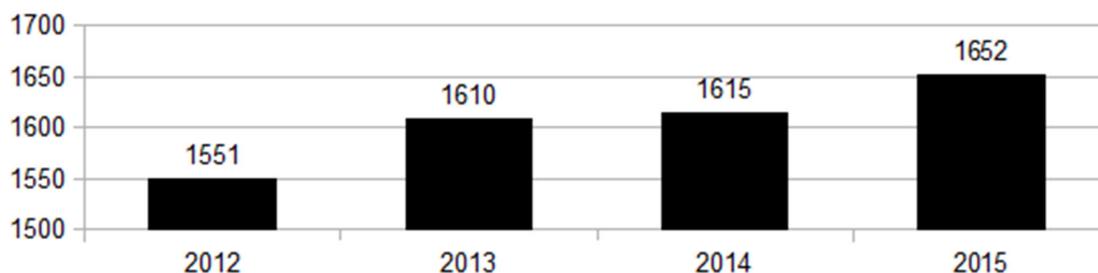


Рис. 2. Мировое потребление металлов, млн т.

В условиях нынешней экономической ситуации, металлургия, наряду с другими отраслями, берет на курс на импортозамещение. Однако, не смотря на намеченный курс, вопрос модернизации производства играет главенствующую роль.

Нестабильность на рынке порождает множество проблем. Однако для металлургической отрасли можно выделить 4 основные проблемы:

- конкуренция;
- валютно-биржевые котировки;
- управление рисками;
- системы менеджмента.

Высокая конкуренция на рынке обосновывается тем, что товарные границы рынка производства и торговли металлами, а также его емкость определены. Производственные комплексы разворачивались в течение десятилетий, тем самым занимая все большую долю рынка. На сегодняшний день, компаниям приходится «бороться» за каждого заказчика. Растущий уровень конкуренции подталкивает компании к поискам конкурентоспособных преимуществ для модернизации предприятия.

В связи с политической и экономической ситуацией, на валютном рынке отмечаются резкие колебания. Евро и доллар укрепляются, в то время как национальная валюта Российской Федерации слабеет. К примеру, соотношение валютной пары евро/рубль на 1 июня 2014 г. составляло 46,536 руб. за один евро, в то время как на 1 декабря 2014 г. данный показатель повысился до 70,229 руб. за один евро. Резкий рост валютного показателя повлиял на число экспортных заказов, которые значительно снизились. Компании, занимающиеся торговлей металлами, стараются минимизировать складские запасы, а заказы импортных материалов сводятся к разовой или мелкопартийной поставке.

Стремление компаний минимизировать свои риски обосновано растущим давлением со стороны конкурентов и колебанием валютно-биржевых показателей. Финансовые, коммерческие, производственные, рыночные, а также проектные риски являются наиболее распространенными для металлургической отрасли. Для снижения потерь и страхования зачастую создается система управления рисками. Однако создание такой системы требует значительных вложений, что и является основной причиной отказа от нее.

Система менеджмента организации (СМ) – это совокупность всех элементов, подсистем, процессов и связей между ними, где процессы – это звено, которое обеспечивает целенаправленное функционирование организации. Неправильное планирование, контроль и реализация базовых процессов СМ могут негативным образом отразиться не только на функционировании самой системы, но и на конкурентоспособности организации. Именно СМ отвечает за регулирование деятельности организации с целью решения конкретных бизнес-задач.

Каждая из вышеперечисленных проблем требует основательного подхода и значительных вложений. Однако существует возможность параллельного разрешения этих проблем при помощи внедрения интегрированной системы менеджмента (ИСМ).

ИСМ представляет собой объединение двух и более систем менеджмента, работающих как единое целое. Внедрение ИСМ подразумевает синергетический эффект, выражающийся в том, что результат от согласованных действий всегда выше, чем арифметическая сумма отдельно достигнутых результатов [3]. Чаще всего, решение о необходимости ИСМ принимают организации, которые внедряли систему менеджмента качества (СМК). Однако ввиду многозадачности производства возникают проблемные области, которые требуют вмешательства со стороны руководства, к таким можно отнести: охрана окружающей среды, обеспечение информационной безопасности и т. д.

Стоит отметить, что внедрение ИСМ включает в себя реструктуризацию процессов и подпроцессов управления (для металлургии это: стратегическое управление, логистика, управление персоналом, документооборот, производственная подсистема и др.). Особое внимание требуется уделить процессу поиска баланса между требованиями и ожиданиями всех заинтересованных сторон. Рациональное распределение ресурсов позволит максимально эффективно использовать все производственные и иные мощности организации [4].

Опыт показывает, что грамотное планирование и внедрение ИСМ на предприятии металлургической отрасли позволит повысить эффективность использования ресурсов; повысить согласованность действий внутри организации; обеспечить постоянное улучшение работы организации; повысить имидж организации; увеличить нематериальные активы компании; снизить риски менеджмента за счет обеспечения учета последствий любого действия и связанные с ним риски; повысить мотивацию персонала.

Таким образом, ИСМ – это универсальный инструмент, который отражает мировую тенденцию к стандартизации менеджмента, который призван удовлетворять требования к достижению целей в различных областях общего управления.

### **Библиографический список**

1. Ожегов, С.И. Толковый словарь русского языка. М.: Мир и образование, 2012. 1376 с.
2. Коренькова Л.В. Основные проблемы российской металлургической промышленности / Л.В. Коренькова, Н.С. Козырь / Актуальные вопросы экономических наук. 2014. №39. С. 107-111.
3. Дрофа, В.В. Переход предприятия на интегрированную систему менеджмента / В.В. Дрофа, М.Б. Дюжева / Сибирский торгово-экономический журнал. 2009. №9. С. 6-9.
4. Смалева, П.Г. Преимущества интегрированных систем менеджмента в условиях перехода организаций к устойчивому развитию // Молодой ученый. 2009. №7. С. 30-33

### **УДК 643/645**

#### **Н. А. Фетисова**

студент кафедры инноватики и управления качеством

#### **С. А. Назаревич**

канд. техн. наук – научный руководитель

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ РАЗРАБОТОК В ЖКХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

С учетом климатических особенностей Северо-Западного региона России, и особенно Санкт-Петербурга, с его исторически сложившимся архитектурным обликом и плотной застройкой в центральной его части, проблема льдообразования на крышах и водостоках зданий в осеннее зимне-весенний период, стоит довольно остро.

На основе официальной статистики, основанной на информации Городской станции скорой медицинской помощи, от падения наледи с крыш каждый год страдают сотни и тысячи человек (рис. 1). Например, за период 2015 г. с начала февраля от гололеда и падения наледи в Санкт-Петербурге пострадал 251 человек. По данным Смольного, во главе по количеству пострадавших от ледяных осадков оказались Выборгский и Калининский районы, второе место уверенно занял Приморский район, на третьей позиции – Фрунзенский [1].

В настоящее время существуют два направления борьбы с ледяными наростами на кровле: «пассивные» и «активные» способы. К «пассивным» способам относят все работы, связанные с увеличением термического сопротивления конструкций крыши здания, а к активным – наличие внешнего воздействия со стороны устройства. Были рассмотрены современные методы борьбы с наледью и выявлены наиболее привлекательные (рис. 2).

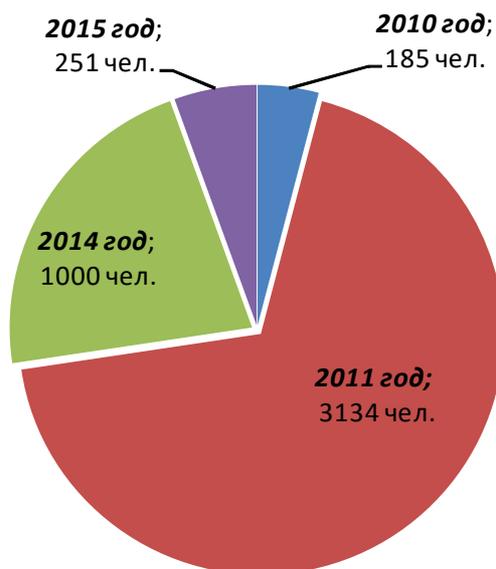


Рис.1. Сравнение по годам количества пострадавших от гололеда и падения наледи

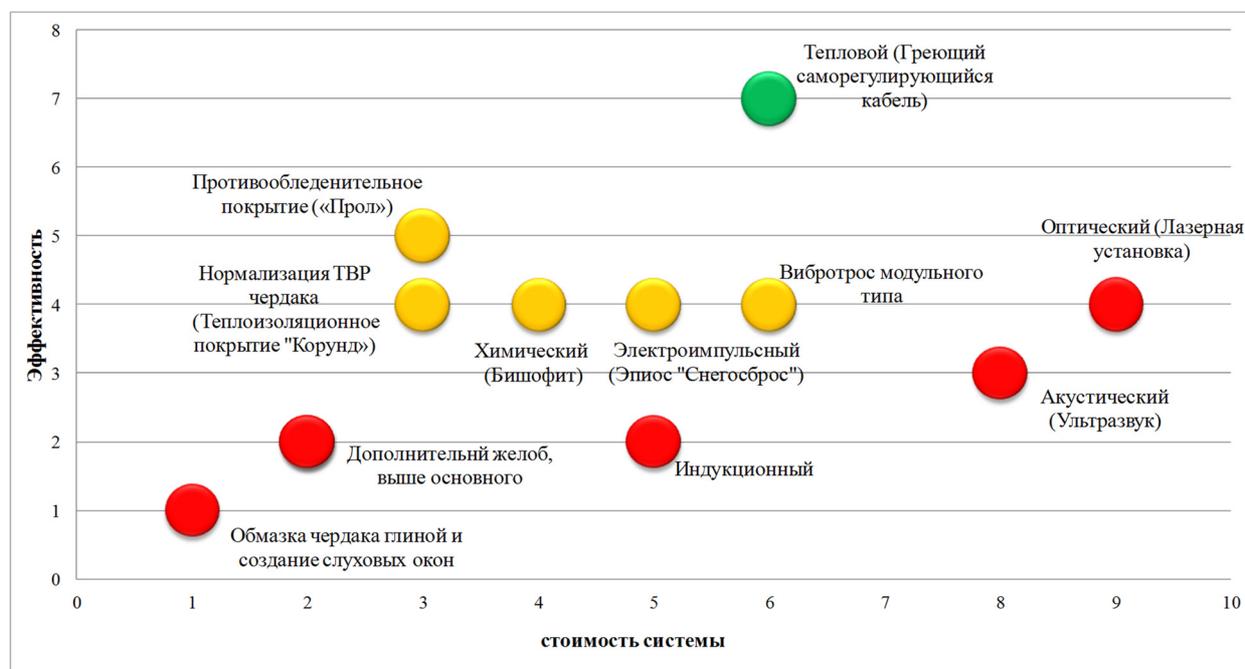


Рис. 2. Матрица приоритетов

Значение цветов на графике следующие: окрашенные в красный цвет – совсем непривлекательные способы; окрашенные в желтый цвет – средне привлекательные способы; окрашенные в зеленый цвет – наиболее привлекательные способы. Как можно увидеть на графике, тепловой способ на основе греющего кабеля наиболее эффективный [2].

В связи с многообразием современных способов очень сложно оценить перспективность применения инновационных разработок в сфере ЖКХ.

Для решения существующей проблемы Жилищный комитет в 2011 г. создал сектор Научно-технического совета для анализа научно-технических и инновационных проектов и содействия внедрения новейших достижений науки и техники в сфере ЖКХ.

На данный момент отбор инновационных предложений научно-техническим сектором происходит следующим образом: организуются заседания, где происходят слушания технических предложений

от руководителей научных и иных организаций; на основе прослушанных докладов и информации о компании делается заключение, о принятии или отклонения проекта [3].

В данной работе будет предложена методика по оценке перспективности инновационных проектов в сфере ЖКХ с целью улучшения качества процесса отбора и анализа новых проектов, что в свою очередь позволит внедрять более эффективные технологии. Методика будет апробирована на инновационном проекте «антиобледенительная система «Термокарниз».

Исследуемым проектом является устройство (рис. 3), предотвращающее появление наледи на крышах, содержит трубопроводный контур с морозостойким теплоносителем, включающий, по крайней мере, одну ветвь подогрева. Греющие контуры гидравлически замкнуты и полностью развязаны с системой центрального отопления. Контур снабжен принудительной системой циркуляции теплоносителя. От теплообменника, где происходит подогрев теплоносителя, прокладываются разводящие трубопроводы, по ним теплоноситель подается к коллекторам, а затем в греющие контуры, выведенные на кровлю здания. Подводящий и возвращающий трубопровод предназначен для доставки первичного теплоносителя (воды) от системы отопления здания к месту расположения теплообменников (ТО) и возврата охлажденного теплоносителя (воды) обратно в систему отопления здания. При достижении температурой наружного воздуха диапазона от  $-8$  до  $+2^{\circ}\text{C}$  по сигналу датчика температуры включается циркуляционный насос, приводя в движение теплоноситель трубопроводного контура, нагреваемый в теплообменнике [4].

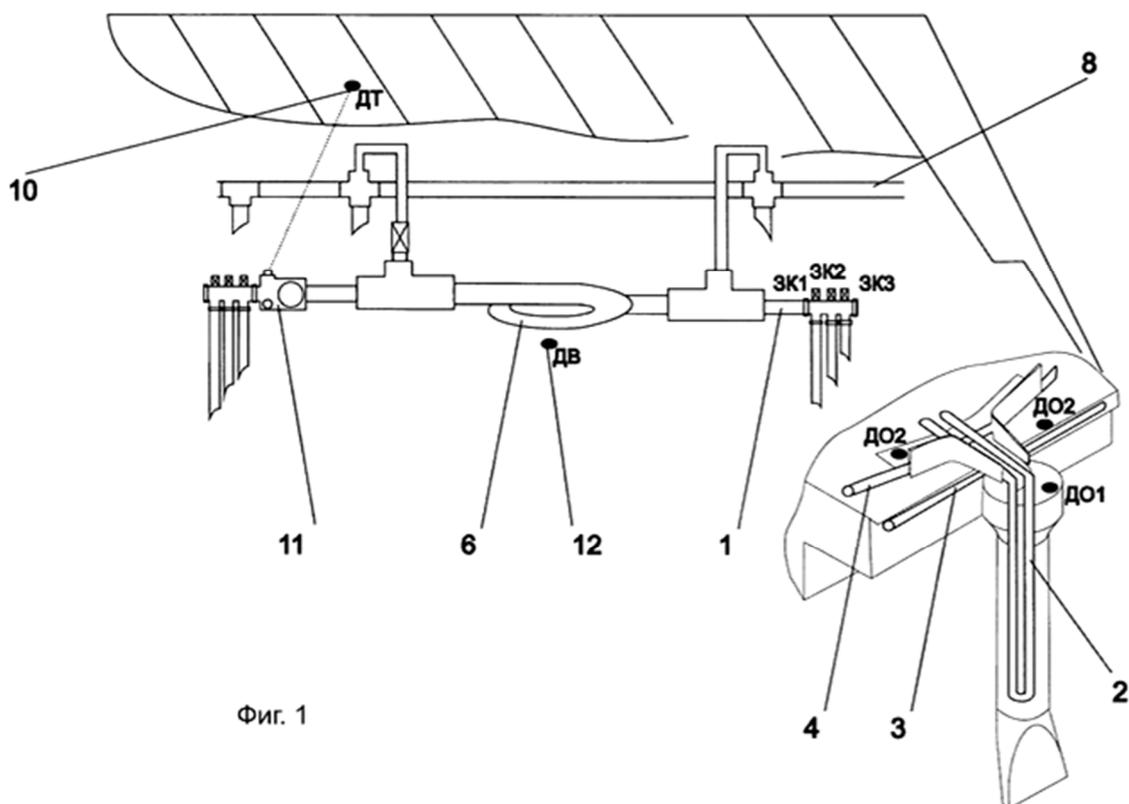


Рис. 3. Общая схема устройства для предотвращения обледенения

На рис. 3 приняты следующие обозначения: 1 – трубопроводный контур; 2 – первая ветвь подогрева, проходящая в водосточной трубе; 3 – вторая ветвь подогрева, проходящая по кромке кровли; 4 – третья ветвь подогрева, проходящая в желобе водостока; 6 – спиралевидный теплообменник; 8 – труба трубопроводного контура; 10 – датчик температуры; 11 – циркуляционный насос; 12 – выход датчика воды; ЗК1, 2, 3 – запорные клапана для 1-й, 2-й и 3-й ветви подогрева соответственно; ДО1, 2, 3 – датчики осадков; М1 – двигатель циркуляционного насоса; ДТ – датчик температуры; ДВ – датчик воды.

Основой методики являются оценивание показателей качества. Перечень обобщенных показателей качества ( $M_i$ ), определенных для оценивания проекта, с присвоенными идентификационными номерами, следующий: 1 – показатели назначения; 2 – показатели надежности; 3 – эргономические показатели; 4 – технологические показатели; 5 – патентно-правовые; 6 – показатели безопасности; 7 – экономические показатели. Комплексные показатели в свою очередь подразделяются на единичные показатели качества, по которым и оценивается инновационный проект.

Оценка критериев по показателям качества представлена в табл. 1.

Для каждого единичного показателя качества устанавливается базовое значение (исходя из требований Жилищного Комитета), с которым сравнивается показатель рассматриваемого устройства. Если значение соответствует ухудшению показателя, то данному критерию присваивается оценка «0», и он при дальнейших операциях не участвует. Если значение характеризует улучшение уровня показателя, то – «1». Улучшение может выражаться как в увеличении, так и уменьшении показателя в зависимости от типа показателя.

За базовое значение возьмем значение наиболее близкого к устройству «Термокарниз», описанного выше, конкурента, а именно характеристики греющего кабеля компании «Теплоскат». Все необходимые характеристики приведены в табл. 1.

Таблица 1

Оценка показателей проекта

$M_i$	Факторы ( $K_i$ )	Исследуемый проект	Конкурент	Балл ( $U$ )
1	Масса, кг	0,2	0,1	0
	Габаритные размеры	1	1	1
	Быстрота срабатывания системы, сек	5	6	1
	Процентное содержание химических компонентов материалов, %	30	20	0
2	Вероятность безотказной работы, %	90	90	1
	Интенсивность отказов	1/100	2/100	0
	Срок службы, лет	45	30	1
	Средний ресурс до ремонта, лет	25	15	1
	Средний ресурс до списания, лет	50	35	1
	Среднее время восстановления, мес.	2	1	0
3	Уровень шума	минимум	минимум	1
	Токсичность	не токсичен	не токсичен	1
	Температура, °C	20-30	15	1
4	Трудоемкость эксплуатации	автоматика	автоматика	1
	Трудоемкость монтажа	3 чел. и 2,5 часа работы	3 чел. и 4 часа работы	1
5	Патентная защита	защищен патентом	защищен патентом	1
6	Наличие аварийной сигнализации	да	да	1
	Наличие блокирующих устройств	да	да	1
7	Цена единицы оцениваемой продукции, тыс. руб.	320	380	1
	Приведенные затраты на эксплуатацию продукции за зимний период, тыс. руб.	3,9	10	1

После выставления всех оценок, суммируются показатели с присвоенным значением «1» и рассчитывается сумма обобщенных показателей:

$$M_i = \sum_{i=1}^n K_i * U_i, \quad (1)$$

где  $M_i$  – комплексный показатель качества;  $K_i$  – единичный показатель качества;  $U$  – присвоенная оценка. Получаем следующие значения:

$$M_1=4; M_2=2; M_3=3; M_4=2; M_5=1; M_6=2; M_7=2;$$

Далее получаем сумму всех комплексных показателей:

$$S = \sum_{i=1}^7 M_i, \quad (2)$$

где S – суммарная оценка всех комплексных показателей.

На основе интервальной шкалы делается вывод о целесообразности (табл. 2)

Получаем:

$$S=4+2+3+2+1+2+2=16.$$

Таблица 2

### Интервальная шкала оценок

Интервал	Значение
$0 < S < 7$	Проект не одобрен
$7 < S < 13$	Проект по итогам занимает промежуточное значение, и окончательное решение принимается на основе дополнительного слушания доклада
$13 < S < 20$	Проект полностью одобрен и целесообразен для внедрения

Полученное значение находится в интервале  $13 < S < 20$ . Это говорит о том, что данный проект целесообразен для применения на объектах ЖКХ.

Реализация предложенной методики способствует улучшению качества процесса отбора и анализа новых проектов, что в свою очередь позволяет внедрять на объекты Санкт-Петербурга более эффективные технологии.

### Библиографический список

1. Алова Р.В. Ледовое побоище / Р.В. Алова // Наша Версия. 2015. 9 дек. С 20
2. Шорина Н.С., Смогунов В.В. Проблема обледенения и краткий обзор современных методов борьбы с ним // НиКа. 2010. № С.91-93
3. Законодательное Собрание Санкт-Петербурга. Депутатские запросы. О проблеме очистки крыш от наледи и снега в СПб. [электронный ресурс] URL: <http://www.assembly.spb.ru/article/766/16525/O-probleme-ochistki-krysh-ot-naledi-i-snega-v-SPb>
4. Пат. 100533 РФ, МПК E0413/076. Устройство для предотвращения обледенения.

УДК 658.5.011

**А. С. Халилов**

студент кафедры управления проектами, СПбПУ

**Г. И. Коршунов**

д-р техн. наук, проф. – научный руководитель

## ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «ПАНТЕС» ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ

Рынок электронный продукции во всем мире сейчас активно развивается. Наблюдается общая тенденция к сокращению размеров электронных изделий и росту требований к ее конструктивным характеристикам и функциональным возможностям. Это приводит к стремительному устареванию имеющихся технологий и оборудования, и, как следствие, к невозможности обеспечения качества изготовления конкурентоспособной продукции без постоянного совершенствования производственных процессов предприятий. Внедрение технологических инноваций является ключевым фактором для решения этой задачи.

Актуальность темы данной работы подчеркивается и федеральной программой по «Развитию электронной компонентной базы и радиоэлектроники на период до 2025 года» [1], задача которой развить научно-технический и производственный базис с целью разработки и производства конкурентоспособной наукоемкой радиоэлектронной и электронной продукции для решения приоритетных задач социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности РФ.

Целью исследования является разработка рекомендаций по совершенствованию процесса автоматического монтажа печатных плат на предприятии ООО «ПАНТЕС».

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

- формализовать процесс монтажа печатных плат (ПП);
- определить критерий эффективности процесса монтажа ПП;
- провести обзор, анализ и выбор технологической инновации для внедрения в процесс монтажа ПП.

Компания «ПАНТЕС» специализируется на контрактном производстве высокотехнологичной радиоэлектроники. Изготовление электронных устройств подразумевает ряд сложных и продолжительных процессов.

В рамках работы мы рассмотрим процесс монтажа ПП, как самый ответственный этап, определяющий качество функционирования всего изделия [2]. Для формализации процессов монтажа печатных плат целесообразно применение процессного подхода, тогда весь процесс производства можно представить как совокупность операций, необходимых для достижения конечной цели [3].

В процессе монтажа ПП выполняются последовательно следующие операции:

- входной контроль заготовок печатных плат ( $P_1$ );
- нанесение паяльной пасты ( $P_2$ );
- установка чип-компонентов ( $P_3$ );
- групповая пайка ( $P_4$ );
- контроль качества монтажа ( $P_5$ );

Тогда весь процесс можно записать в виде  $P = \{P_1, P_2, P_3, P_4, P_5\}$ .

Говоря об основных критериях оценки эффективности деятельности промышленного предприятия, показательным является продолжительность производственного цикла (LeadTime). Значение этого критерия определяется следующими факторами: сложностью изделия, материально-технической базой, эффективностью применяемых форм и методов организации производства.

Поэтому одна из задач организации современного производства – это сокращение длительности производственных процессов [4], от которой во многом зависит оценка эффективности деятельности предприятия в целом.

Если применить процессный подход к монтажу ПП, это даст возможность уменьшить время на выполнение каждого из производственных процессов за счет оптимизации его основных показателей, что сократит длительность производственного цикла в целом. Важно при этом помнить о принципе пропорциональности, подразумевающим соответствие производительности всех процессов друг другу и обеспечивающим равномерную нагрузку на всех этапах.

Принцип пропорциональности нашел отражение в теории ограничений (Theory of Constraints – ТОС) Голдратта Э. М., с помощью которой можно выявить и оптимизировать ограничивающий фактор («узкое место»), оказывающий влияние на результат производственной деятельности. Выявить ограничения при сокращении длительности производственного цикла можно по наибольшему времени, которое затрачивается на выполнение операции ( $t_{i\max}$ ). В соответствии с теорией Голдратта, «узким местом» считается процесс, имеющий максимальное время выполнения ( $P_i(t_{i\max})$ ). Следовательно, основная задача оптимизации производственного процесса – это сокращение времени выполнения ограничивающей операции на данном этапе:

$$F(t_{i\max}) \rightarrow \min\{T_i\}.$$

Когда «узкое место» будет расширено, возникнет необходимость в согласовании всего производственного цикла и выявлении нового ограничивающего фактора. Соответственно, происходит «процесс непрерывного улучшения» производственного процесса (Process of on Going Improvement – POOGI).

Для определения «узкого места» при монтаже ПП были проведены расчеты времени выполнения каждой операции. Результаты отображены в табл. 1.

Таблица 1

### Время выполнения операций монтажа печатных плат на ООО «ПАНТЕС»

Наименование операции	Среднее время выполнения, сек
Входной контроль заготовок печатных плат ( $P_1$ );	8.9
Нанесение паяльной пасты ( $P_2$ );	9.6
Установка чип-компонентов ( $P_3$ );	16.2
Групповая пайка ( $P_4$ );	12.1
Контроль качества монтажа ( $P_5$ );	13.4

Из таблицы видно, что операция установки чип-компонентов является наиболее длительной. Это связано с необходимостью установки большого количества компонентов разного типа. Постоянный рост требований к радиоэлектронной технике как по функциональным, так и по эксплуатационным характеристикам, ведет к увеличению конструктивной сложности ПП и, как следствие, к росту количества устанавливаемых компонентов.

Устранение ограничений на операции по установке чип-компонента посредством внедрения технологических инноваций даст возможность сократить время производственного цикла за счет оптимизации основных показателей данной операции: производительности по IPC 9850 и количеству автоматических установщиков.

По результатам анализа рынка оборудования для контрактного производства электроники был выбран автомат установщик ASSEMBLEON MG1.

Установщик является одним из самых быстрых в своем классе: производительность при установке чип-компонента достигает 24000 комп/час, а при установке микросхем – 10000 комп/час (табл. 2). Точность установки микросхем – 30 мкм. Автомат способен работать с самыми разными компонентами: от чип-компонентов 01005 до больших разъемов (45×100 мм), QFP с малым шагом выводов, BGA, μBGA и CSP. Максимальная высота устанавливаемых компонентов до 15 мм [5].

Таблица 2

### Технические характеристики автомата установщика ASSEMBLEON MG1

Характеристика	Показатель
Операционная система	Windows
Максимальная производительность,	24000 комп./ч.
Производительность по IPC 9850	17400 комп./ч.
Точность монтажа	50 микрон при 3 сигма для ЧИП-компонентов, 30 микрон при 3 сигма для микросхем в корпусе QFP
Устанавливаемые компоненты	от 0.4×0.2 (01005) до 100×45 мм
Максимальная высота компонентов	15 мм
Смена вакуумных захватов	Автоматическая смена вакуумных захватов
Максимальный размер платы (Д×Ш)	510×440 мм
Минимальный размер платы (Д×Ш)	50×50 мм
Толщина платы	от 0.4 до 4 мм
Позиции для ленточных питателей (8 мм)	96 (CLi) или 160 (TTF)
Используемые питатели	из россыпи, из кассет, ручной питатель из матричных поддонов, из обрезков ленты и т.д.

Внедрение данной технологической инновации позволит сократить время установки чип-компонентов на 18%, а также значительно увеличит точность установки компонентов на плату.

**Выводы**

Наиболее длительной операцией в процессе автоматического монтажа ПП является установка чип-компонентов. Для уменьшения длительности всего производственного цикла, рекомендуется улучшить эту операцию путем внедрения технологических инноваций.

Использование нового установщика ASSEMBLEON MG1 позволит сократить время установки чип-компонентов на 18%. Это приведет к тому, что новым ограничивающим фактором («узким местом») процесса монтажа ПП станет операция контроля качества монтажа. Для дальнейшего улучшения процесса рекомендуется внедрение инноваций именно на этом этапе.

Совершенствование процесса автоматического монтажа печатных плат позволило минимизировать длительность производственного цикла, при соблюдении требований к качеству по стандарту IPC-A-610C.

### **Библиографический список**

1. Федеральная программа "Развитие электронной компонентной базы и радиоэлектроники" на 20113-2020 годы. Режим доступа: <http://www.gosprog.ru/gosprog-019/>
2. Коршунов Г.И. Обеспечение постоянного развития системы менеджмента качества в условиях контрактного производства. Г.И. Коршунов, А.И. Сурыгин Научно-технические ведомости. СПбГПУ. 2008. №3(121). С.91– 94.
3. Коршунов Г.И. Управление процессами и инновациями при обеспечении качества приборов и систем. СПб.: ГУАП. 2008г. 163 с.
4. Фатхутдинов Р. А. Производственный менеджмент. 4-е изд. СПб.: Питер, 2003. 491 с.
5. Компоненты и технологии. Эффективность в квадрате: автоматы установщики компонентов ASSEMBLEON MG-1. Режим доступа: [http://www.kit-e.ru/articles/circuitbrd/2009\\_6\\_186.php](http://www.kit-e.ru/articles/circuitbrd/2009_6_186.php)

### **УДК 303.424**

**А. И. Хмелева, А. А. Плевако**

студенты кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**С. А. Назаревич**

канд. техн. наук – научный руководитель

## **КАРТА СОЗДАНИЯ ПОТОКА ЦЕННОСТИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА**

Карта создания потока ценности является одним из инструментов методологии бережливого производства. Цель исследования была поставлена таким образом, чтобы произвести мониторинг процесса согласно технологическому процессу и составить вывод по результату применения выбранного инструмента на промышленном предприятии, а именно – АО «Котлин-Новатор».

За основу взята маршрутная карта на технологический процесс механического производства панели с изготовлением трех единиц изделия из заготовки. Весь процесс реализован в цехе отдела механической обработки. На входе процесса получены план-график работ и заготовка, на выходе готовые изделия транспортированы в производственно-технический комплекс предприятия. Также были произведены реальные замеры времени цикла и переналадки, поскольку нормировка в маршрутной карте технологического процесса представлена не всегда.

На рис. 1 представлена карта текущего состояния процесса, на рис. 2 – карта будущего состояния процесса (с применением инструмента). В табл. 1 указана расшифровка обозначений на рисунках.

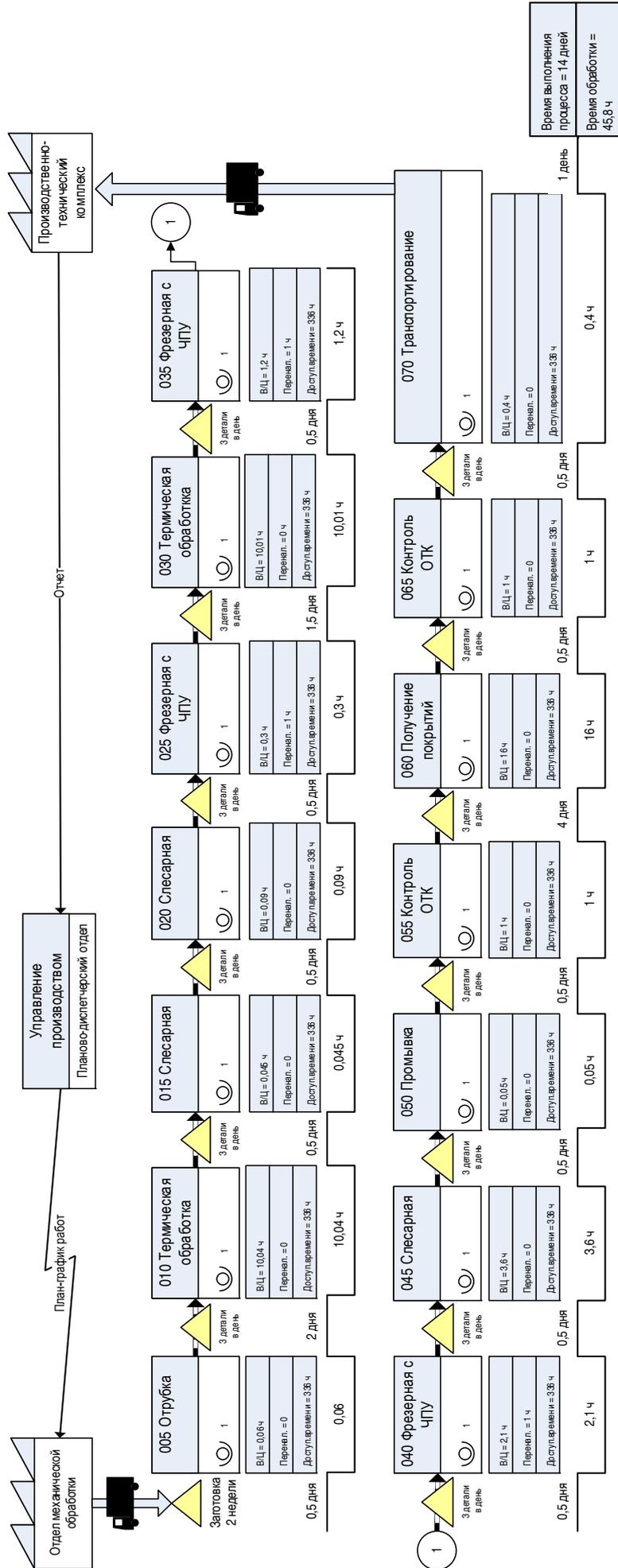


Рис. 1. Карта текущего состояния



## Расшифровка обозначений на рисунках [1]

Пиктограммы материал. потока	Описывают	Примечание
	Производственный процесс	Один прямоугольник процесса эквивалентен определенной области потока
	Поставщики	Потребители, поставщики
	Список параметров	Информация, касающаяся производственного процесса, отдела, потребителя
	Запасы	Указано количество запасов и время хранения
	Доставка	Транспортировка
	Движение материалов при выталкивании	Изделие производится и перемещается вперед прежде, чем понадобится следующему процессу, обычно при работе по графику
	Перемещение готовых изделий к потребителю	
	Супермаркет	Управляемые запасы деталей, которые используются для планирования работы процесса выше по потоку
	Информационный поток, осуществляемый вручную	Например, ежедневный план
	Электронный информационный поток	Через локальную сеть или Интернет
	Канбан отбора	Устройство, которое инструктирует перевозчика материалов о том, какую деталь надо взять и переместить (например, из супермаркета)
	Сигнальный канбан	Один контейнер – один канбан. Когда достигнута определенная точка, сигнализирует о необходимости произвести новую партию продукции. Используется, когда процесс поставщика должен производить партии продукции, потому что на переналадку оборудования требуется время
	Мячик последовательного вытягивания	Дает указание немедленно приступить к производству заранее определенного типа и количества продукции, обычно одной единицы продукции. Вытягивающая система процессов производства сборочных узлов без использования супермаркета
	Выравнивание загрузки	Корректировка планов на основе проверки уровней запасов
	«Взрывной» кайдзен	Указывает на необходимость улучшения выделенных участков, которые критичны для потока создания ценности
	Оператор	Сотрудник (вид сверху)

При построении проекта карты будущего состояния процесса использованы следующие нововведения, позволяющие повысить качество технологического процесса:

- транспортировка утром следующего дня позволяет сократить потери времени ожидания доставки детали или изделия;
- выполнение нескольких схожих операций соединенных в одну посредством объединения рабочих мест, с соответственным увеличением количества работников, допускает уменьшение времени цикла и переналадки. Это позволяет избежать такого вида потерь как движение работника на рабочем месте;
- замена запасов на супермаркеты существенно уменьшают потери времени на хранение и передачу на следующую операцию;
- обработка более крупной партии однотипных деталей позволит повысить показатели эффективности производства, что можно достигнуть с помощью накопления схожих технологических процессов до начала организации (запуска) операций;
- применение мячика последовательного вытягивания по некоторым операциям позволяет уменьшить время цикла на обработку трех единиц изделия и избежать накопления запасов;
- составление ежедневного плана позволяет избежать такого вида потерь как простои по организационным и техническим причинам. За счет этого повышается эффективность работы оборудования и производительность труда работников, тем самым, исключаются простои сотрудника у станка;
- выравнивание загрузки на определенном этапе накопления запаса позволяет рационально распределить время при последующем планировании;
- смена концепции выталкивания на вытягивание для серийного производства положительно отражается на выходе процесса и показателях результативности в целом.

Карта создания потока ценности визуально представляет способы и инструменты, которые можно использовать при повышении качества процесса, тем самым, повышая качество при составлении маршрутных и технологических карт процесса. Помимо этого, данная методика бережливого производства позволяет упростить операции и их взаимосвязи, вследствие чего снижаются (исключаются) потери на различных этапах производства.

Результаты исследования показали, что при применении карты создания потока ценности общее время выполнения процесса сокращено с 14 дней до 9,3 дня, а время обработки процесса – с 45,8 часов до 31,9 часов.

Переходя к выводу, можно сказать, что внедрение на предприятии метода Канбан из бережливого производства с использованием карты создания потока ценности повысило производительность труда и сократило время выполнения процесса на 33,57%. С учетом выявленных показаний рекомендуется повышать качество планирования производства и составления карт технологического процесса с применением карты создания потока ценности.

### **Библиографический список**

1. Майк Ротер, Джон Шук. Учитесь видеть бизнес-процессы. Практика построения карт потоков создания ценности. 144 с. 2008 г.
2. Сигео Синго. Изучение производственной системы Тойоты с точки зрения организации производства. 296 с. 2010 г.

УДК 537.8.029

**Е. И. Чернова**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. В. Чабаненко**

научный руководитель

### ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ИНФРАКРАСНОГО И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ДИАПАЗОНОВ. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ СПЕКТРОВ СВЕТА

В настоящее время, основная часть результатов научно-технической деятельности направлена на увеличение возможностей человека. В виду ограниченных биологических свойств нашего организма, применение технических устройств дополняет различные его функции. Остается актуальным вопрос: как использовать невидимый спектр солнечного света (рис. 1) и расширить возможности человеческого глаза?



Рис. 1. Солнечный спектр электромагнитного излучения

Человеческий глаз проявляет чувствительность к частотам от 400 до 800 ТГц. Длина волны, видимая для глаза человека, составляет от 380 до 780 нм. Спектры электромагнитного излучения, близкие к видимому – это инфракрасный и ультрафиолетовый.

Инфракрасное (ИК) излучение располагается в частотах от 300 ГГц до 429 ТГц и имеет длину волны от 780 нм до 1 мм.

Ультрафиолетовое (УФ) излучение находится в спектре частот от 750 ТГц до 30 ПГц, где длина волны составляет 10–380 нм. Взаимосвязь частоты и длины волны видна из формулы:

$$\lambda = \frac{c}{\nu},$$

где  $\lambda$  – длина волны,  $\nu$  – частота,  $c$  – скорость света

Восприятие электромагнитного спектра или зрение определяется биологическими особенностями. Именно эволюция повлияла на формирование восприятия такого зримого диапазона. Если бы человек видел только ультрафиолетовый спектр, то все предметы были бы темными. А если бы он видел инфракрасное излучение, то в течение дня все предметы постоянно бы меняли свой цвет в зависимости от температуры. Поэтому, организм настроился на видимый диапазон электромагнитных волн, который

помогал определять спелость ягод, обнаруживать ядовитые растения, способствовал дневному образу жизни. Многие живые существа видят мир совсем иначе, чем человек. Например, змеи видят инфракрасный спектр, а пчелы ультрафиолетовый. Нами эти излучения воспринимаются как свойства предметов, а не их видимые характеристики.

С развитием техники и индустриализации, большое внимание стало уделяться более узким направлениям, в частности дефектоскопии. Показателями работы организаций стали стандарты качества, а соответственно и средства по устранению дефектов на производстве. Визуализация дефектов, невидимых для человеческого глаза, была бы наилучшим выходом. Поэтому, создание и использование оборудования, которое фиксирует близкие к видимому спектры электромагнитного излучения, увеличат возможности человека.

Как известно, зрительный канал обработки информации самый быстрый. Человек воспринимает визуально 70% происходящего, любая картинка несет огромный объем данных, которые попадают в мозг одновременно и поэтому анализируются им очень быстро. Отсюда очевидно, что поиск повреждений с помощью ультрафиолетового и инфракрасного оборудования будет скорейшим. [1]

На производстве часто возникает необходимость использования не только видимого, но и ультрафиолетового излучения. Оптические свойства различных веществ в ультрафиолетовой области сильно отличаются от их оптических свойств в видимом свете. Для обнаружения этих специфических свойств используют лампы ультрафиолетового диапазона, где различные длины волн по-разному влияют на видимость показателей в видимом спектре. Используются УФ источники света, такие как: лампа Вуда (340–380 нм), ртутная лампа (300–400 нм), люминесцентная (185–255 нм), ртутно-кварцевая лампа (105–400 нм). Все эти излучатели имеют различные длины волн и, соответственно, различные частоты и свойства. Освещая поверхности лампами, имеющими длинноволновый спектр (315–400 нм), приближенный к видимому спектру, можно обнаружить: химические вещества, биологические вещества, трещины и царапины на светочувствительных материалах, непрозрачность стекла и следы на нем (менее 320 нм), идентичность красителей (рис. 2), подлинность документов, следы реставрации, вредные примеси, утечки хладагентов и теплоносителей, отпечатки и следы, качество и подлинность продуктов питания, а также можно проконтролировать скрытую маркировку.

Освещая поверхность изделий коротковолновым спектром, можно проверить его химический состав. Например, в коротковолновой области прозрачны лишь увиолевое стекло, сапфир, фтористый магний, кварц, флюорит, фтористый литий (до 105 нм), наибольшую прозрачность имеют инертные газы, а воздух становится видимым уже со 185 нм. Многие минералы (рис. 3) наоборот, в УФ спектре начинают переливаться и приобретать различные оттенки. [2]



Рис. 2. Баллончик с химическим веществом в УФ свете

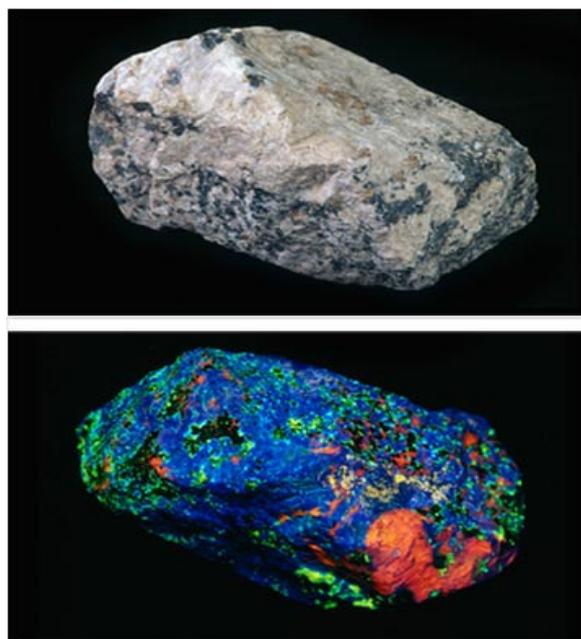


Рис. 3. Минерал в УФ свете

Ультрафиолетовое оборудование. Ртутные лампы УФ спектра очень распространены, их характеристики позволяют распределять большую мощность излучения на маленькой площади поверхности. Такие лампы в основном применяются в химической и деревообрабатывающей промышленности. Затраты на УФ лампу могут быть, как и от 800 руб. до 2500 руб., так и, конечно, приборы этого спектра могут стоить 20–30 тыс. руб.

Для создания ртутных УФ ламп используются толстые колбы из кварцевого стекла. Прочное кварцевое стекло пропускает ультрафиолетовое излучение с 220 нм. Выпускаются ртутные лампы типа ДРТ (дуговые ртутные трубчатые). Они похожи на стеклянные трубки различного диаметра, на концах которых удлинения меньшего диаметра. В эти удлинения впаяна молибденовая фольга, а с внутренней стороны к ним подводятся вольфрамовые активированные электроды. [3]

Для улучшения качества продукции можно автоматизировать процесс, используя такую лампу.

Как упоминалось ранее, с помощью ультрафиолетовой лампы можно проверять химический состав продуктов. Например, спелые бананы светятся в УФ спектре из-за того, что выделяют хлорофилл. Он накапливается в кожуре, а потом постепенно начинает распадаться и светиться в ультрафиолете (рис. 4, 5). Именно поэтому, в ультрафиолете светятся только спелые бананы.

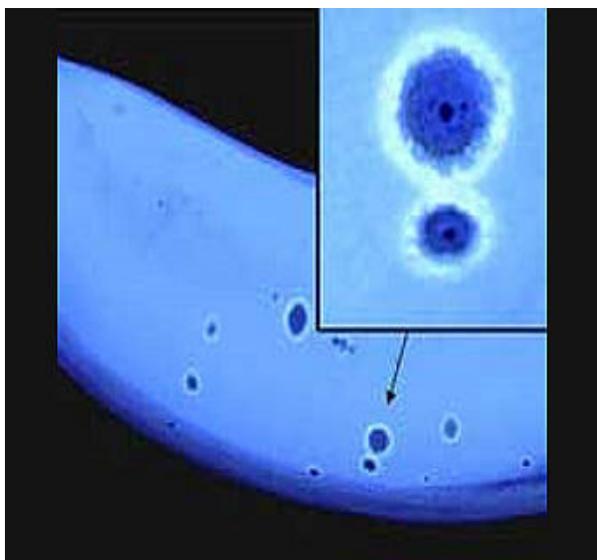


Рис. 4. Бананы, освещенные коротковолновой УФ лампой

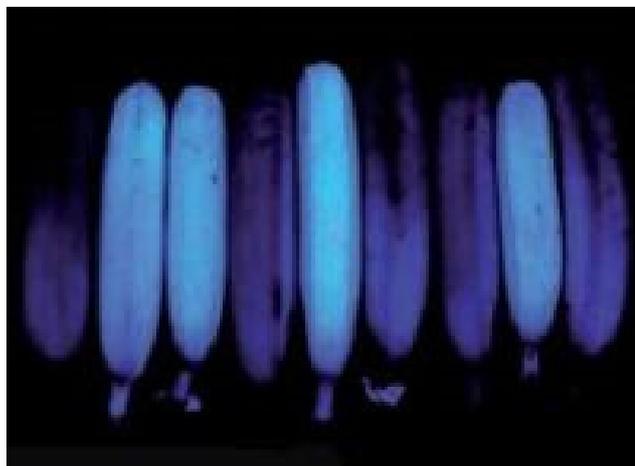


Рис. 5. Отмирание клеток банана

Наиболее рациональное использование сырья всегда помогало сэкономить на лишних затратах. Поэтому грамотный предприниматель, перед логистикой такого продукта как бананы, может проверить партию УФ светом и распознать, какую часть продуктов не успеют довести до прилавка.

В качестве лучшей визуализации инфракрасного излучения может служить тепловизионная картина. Тепловизионное оборудование позволяет увидеть малейшие дефекты за счет отличия температур предметов или веществ. Особенно актуальна такая проверка для энергообъектов, где малейшее изменение температуры может повлиять на процесс в целом. К тому же, на инфракрасных фотографиях видны области и детали, которые не видны в спектре человеческого зрения. Такая особенность ИК спектра помогает дистанционно проанализировать качество конструкций, их внутренних деталей и крепежей.

Инфракрасные дефектоскопы работают по принципу обнаружения непрозрачных для спектра зрения человека объектов с помощью тепловых лучей. Такое инфракрасное изображение получают в проходящем, отраженном или в собственном излучении объекта. Так выявляются дефектные участки, где резко изменяется тепловой поток. При пропускании инфракрасного излучения через изделие регистрируется его распределение теплочувствительным приемником. Далее с помощью тепловизора изготавливается изображение (рис. 6). Стоимость тепловизоров – от 39 тыс. руб. до 200 тыс. руб. [4]

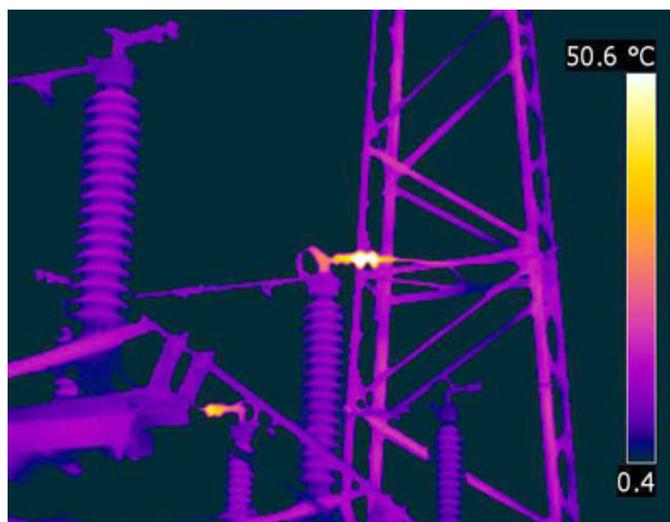


Рис. 6. Тепловизионное обследование электросетевых объектов г. Челябинск

Приборы, которые работают в ультрафиолетовом и инфракрасном спектрах, способны дополнить зрение человека. Внедрение таких приборов способно помочь устранить проблемы реально существующие, но незримые человеческим глазом.

#### Библиографический список

1. Материалы, представленные на форуме «Дефектоскопия-2014».
2. Мейер А., Зейтц Э., Ультрафиолетовое излучение, пер. с нем., М., 1952 г
3. Зайдель А. Н., Шрейдер Е. Я., Спектроскопия вакуумного ультрафиолета, М., 1967 г...
4. Журнал Fluke «Инфракрасные тепловизоры: руководство для специалистов по системам отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха», 2008 г. США.

УДК65.011.14

**Е. С. Чупина**

студент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

**А. Ю. Гулевитский**

канд. техн. наук, доц. – научный руководитель

### РАЗЛИЧИЯ МЕЖДУ КИТАЙСКИМ И ЗАПАДНЫМ ПОДХОДОМ К ОРГАНИЗАЦИИ МЕНЕДЖМЕНТА

Культура, состоящая, в основном из коллективных, глубоко укоренившихся ценностей и убеждений, является важнейшим фактором в формировании представления людей об окружающем мире. Было проведено множество исследований, направленных на изучение этнических культур, с целью выявления их влияния на жизнь и трудовую деятельность людей разных национальностей.

Задача, определенная в данной статье: рассмотреть некоторые очевидные различия между китайским и западным подходом организации менеджмента на основе трех моделей: модель Хофстеде, модель Тромпенаарса и модель Шварца.

#### Модель Хофстеде

Герт Хофстеде, голландский социальный психолог, исследовал национальные культуры. В результате исследования им была выведена многофакторная модель ценностей (объектом исследования являлась транснациональная корпорация IBM).

Предлагаемая Г. Хофстедом терминология для описания национальной культуры включает в себя пять параметров (общих показателей), которые он назвал «измерениями», поскольку встречаются они почти во всех возможных комбинациях (табл. 1) [1–3].

**Модель Хофстеде**

Параметр	Китайская культура	Западная культура (Европа и США)
Дистанция власти	Большая	Малая
Степень самостоятельности	Коллективизм	Индивидуализм
Разделение социальных ролей	Мужественность	Мужественность
Неприятие/избегание неопределенности	Сильное	Слабое
Ориентация	Долгосрочная	Краткосрочная

**1. Дистанция власти (большая – малая).**

Дистанция власти – признаваемая или допустимая степень неравенства между людьми с точки зрения влияния на принимаемые решения. Проще говоря, это фактическая доступность руководства для подчиненных.

**2. Степень самостоятельности (индивидуализм – коллективизм).**

Параметр «индивидуализм–коллективизм» характеризует степень, с которой граждане данной страны или сотрудники организации предпочитают действовать самостоятельно, а не как члены той или иной группы.

**3. Разделение социальных ролей (мужественность – женственность/маскулинность–фемининность).**

Общества с жестким традиционным разделением и закреплением социальных ролей и трудовых функций между мужчинами и женщинами Г. Хофстед назвал маскулинными, а общества со слабым разделением ролей – фемининными.

**4. Неприятие/избегание неопределенности (сильное – слабое).**

Эта характеристика демонстрирует, как чувствуют себя люди в неопределенных ситуациях, когда они не способны точно предсказывать будущие события. Поведение представителей национальных культур, для которых свойственно значительное неприятие неопределенности, обусловлено тем, что они испытывают дискомфорт, если не уверены в будущем. Люди стремятся уменьшить неопределенность с помощью правил, политики, регламентов, так как воспринимают ее как угрозу безопасности. В национальных культурах, где не придается большого значения неопределенности, установкой является восприятие жизни такой, какая она есть.

**5. Ориентация (долгосрочная – краткосрочная).**

Преобладание долгосрочной ориентации в национальной культуре означает готовность общества жить во имя будущего. Люди могут отказывать себе в удовлетворении потребностей в настоящем, соглашаясь на инвестирование проектов и программ, которые завершатся при жизни следующих поколений. Они готовы к изменениям и результатам, даже отрицательным. Это означает, что люди могут стойко переносить неудачи, надеясь на положительные изменения в будущем, отдаленном от жизни этого поколения.

В обществе придают значение таким ценностям, как упорство, долготерпение, бережливость, расчетливость, накопление, прагматизм.

При краткосрочной ориентации высоко ценится прошлое и акцентируется внимание на настоящем. Большое значение имеют такие ценности, как уважение к традициям, выполнение общественного долга, соблюдение принятых социальных условностей. Из-за постоянного давления со стороны общества ощущается сильное стремление жить не хуже, чем другие, даже если это не по средствам, и никогда не терять чувство собственного достоинства. Существует потребность в поиске истины, люди ориентированы на быстрое получение результата. Бережливость не поощряется.

**Модель Тромпенаарса**

Другой голландский исследователь Фонс Тромпенаарс создал собственную модель кросс-культурного измерения ценностей. Он проанализировал более 60 тыс. анкет от респондентов из 100 стран и выделил параметры культуры, представленные парами крайних понятий (табл. 2).

Параметр «универсализм – партикуляризм» характеризует ориентацию либо на универсальность для всех людей одних и тех же «правил игры», законов, либо на избирательность в применении правил.

**Модель Тромпенаарса**

Параметр	Китайская культура	Западная культура (Европа и США)
Отношение к правилам	Партикуляризм	Универсализм
Отношение к индивидуальной ответственности	Коллективизм	Индивидуализм
Определение статуса члена общества	Происхождение	Достижение
Проявление эмоций	Нейтральность	Нейтральность
Восприятие индивида в организации	Диффузность	Специфичность
Отношение к окружающей среде	Внешне-управляемое	Внутренне-управляемое
Отношение ко времени	Цикличная модель времени	Линейная модель времени

Параметр "индивидуализм – коллективизм". В большинстве западных стран (США, Германия, Великобритания, скандинавские страны) самостоятельность, независимость, индивидуальная ответственность поощряются как культурные ценности. В восточных странах (Китай, Япония) ценятся ориентация на групповые ценности, сотрудничество, подчеркивается важность коллективного успеха, большое значение придается иерархии, уважению к статусу.

Параметр «достижение – происхождение» указывает на то, чем определяется статус члена общества.

Параметр «эмоциональность – нейтральность» описывает отношение к эмоциям и возможности их открытого проявления.

Параметр, «специфичность – диффузность» показывает то, как воспринимается индивид в организации: как исполнитель определенной ролевой функции (главное, какой он профессионал, все остальные аспекты, в том числе личной жизни, остаются «за кадром») или как целостная личность во всей своей многогранности.

По отношению к окружающей среде культуры в рамках данной модели делятся на внутренне и внешне управляемые. Представители первого типа культур (США, Швейцария, Австрия) верят в возможность контроля получаемых результатов, чувствуют себя хозяевами своей судьбы (то, что со мной происходит, это результат моих собственных действий и решений), что выражается в том числе, в стремлении воздействовать на окружающую среду.

Представители тех или иных культур по-разному относятся ко времени – живут настоящим, прошлым или будущим. На Западе господствует линейная модель времени, на Востоке – цикличная [1–3].

**Модель Шварца**

Согласно подходу Шварца, все общества сталкиваются с определенными базовыми проблемами регулирования человеческой деятельности. Культурные ценности группового уровня (культурные ценностные ориентации, по Шварцу) определяют способы, которыми разные общества решают базовые проблемы регулирования человеческой деятельности (табл. 3).

**Модель Шварца**

Параметр	Уровень	
	Китайская культура	Западная культура (Европа)
Гармония	Низкий	Высокий
Принадлежность	Высокий	Низкий
Иерархия	Высокий	Низкий
Мастерство	Высокий	Низкий
Аффективная автономия	Низкий	Высокий
Интеллектуальная автономия	Низкий	Высокий
Равноправие	Низкий	Высокий

В культурах, ценящих автономию, люди рассматриваются как независимые и самостоятельные. Они могут развивать и выражать свои собственные предпочтения, чувства, идеи и способности и видеть смысл в собственной уникальности. Шварц выделяет два вида автономии: интеллектуальная автономия (широта взглядов, любознательность, творчество) и аффективная автономия (удовольствие, разнообразие жизни, наслаждение).

В культурах, основанных на ценностях принадлежности, люди рассматриваются как принадлежащие коллективам. Смысл их жизни, по большей части, видится в социальных отношениях, идентификации с группой, разделении ее образа жизни и стремлении к групповым целям. В таких культурах присутствует ориентация на сохранение существующего порядка и избегание действий, которые могут разрушить групповую солидарность. Важные ценности в таких культурах: социальный порядок, уважение традиций, безопасность, долг и мудрость.

Равноправие – побуждает признавать моральное равенство всех людей. Социализация в таких культурах включает согласие кооперировать и заботиться о благе других. Важные ценности: равенство, социальная справедливость, ответственность, помощь и честность.

Иерархия – основана на иерархической системе ролевых предписаний, обеспечивающих социально-ответственное поведение. Она считает неравное распределение власти, ролей и ресурсов легитимным, правильным, законным. Социализация включает принятие этого иерархического порядка и согласие с обязанностями и правилами, предписанными этим иерархически выстроенным ролям. Такие ценности как социальная власть, авторитетность, подчинение и богатство очень важны в иерархических культурах.

Гармония – требует принимать мир таким, какой он есть, пытаться понять и оценить, а не изменить его, направить или использовать. Важнейшие ценности в таких культурах – мир на земле, единство с природой и защита окружающей среды.

Мастерство – в таких культурах поощряется активное самоутверждение, чтобы сделать, направить и изменить природную и социальную среду для достижения групповых или личных целей. Такие ценности как амбиции, успех, дерзость и компетентность особенно важны и поощряемы [4].

В статье были рассмотрены некоторые очевидные различия между китайским и западным подходом к организации менеджмента на основе трех моделей: модель Хофстеде, модель Тромпенаарса и модель Шварца. Была выявлена взаимосвязь между национальной культурой и подходом к менеджменту организации.

В условиях современного мира, глобализации экономики и распространения корпораций по всему миру большое значение имеет понимание особенностей и культурных ценностей той или иной страны. Это необходимо для эффективной работы менеджеров, занимающих различные должности.

Знания культурных особенностей позволяет добиться лучшего взаимопонимания между менеджерами и подчиненных, объяснить особенности стиля руководства, и позволяет быть менеджерам более мобильными в вопросах принятия решений.

### **Библиографический список**

1. Cultural Values and Decision-Making in China: International Journal of Business, Humanities and Technology / Durriya H. Z. Khairullah, Zahid Y. Khairullah.: 2013
2. An interpretive comparison of Chinese and Western conceptions of relationships in construction project management work / P. Chen, D. Partington.: 2004
3. Structure and Importance of Work Goals Among Managers in the People's Republic of China. Academy of Management Journal / Shenkar, O., and S. Ronen.: 1987
4. Managing the New Workforce: International Perspectives on the Millennial Generation / Eddy S. Ng, Sean T. Lyons and Linda Schweitzer.: 2012. p. 247

УДК 519.24, 330.4

**В. Ю. Юрков**

студент кафедры высшей математики и механики

**Ю. А. Пичугин**

д-р физ.-мат. наук, проф. – научный руководитель

### ОЦЕНКА И КОРРЕКЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ

В моделях математической экономики важную роль играет производственная функция следующего вида [1]:

$$Q = \beta_0 L^{\beta_1} K^{\beta_2}, \quad (1)$$

где  $Q$  – выпуск продукции;  $L$  – трудовые затраты;  $K$  – капиталовложения,  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  и  $\beta_2$  – параметры, определяемые статистически по данным наблюдений за производственным процессом, среди которых  $\beta_0$  – коэффициент пропорциональности.

На параметры производственной функции (1) в экономике принято накладывать условие

$$\beta_1 + \beta_2 = 1. \quad (2)$$

Условие (2) позволяет записать производственную функцию (1) в виде

$$Q = \alpha L^{\beta} K^{1-\beta},$$

где  $\alpha = \beta_0$ ,  $\beta = \beta_1$ .

Однако на практике, когда параметры производственной функции определяются статистически условие (2), как правило, не выполняется. Это приводит к необходимости «уточнить» или скорректировать полученные оценки, что, как принято в экономике, осуществляется по формулам:

$$\beta_1^e = \frac{\hat{\beta}_1}{\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2}, \quad \beta_2^e = \frac{\hat{\beta}_2}{\hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2}, \quad (3)$$

В формулах (3) значения  $\hat{\beta}_1$  и  $\hat{\beta}_2$  – статистические оценки, а  $\beta_1^e$  и  $\beta_2^e$  – принятые в экономике уточнения, которые, в сущности, есть ничто иное, как центральная проекция точки с координатами  $(\hat{\beta}_1; \hat{\beta}_2)$  на прямую (2).

Основной недостаток такого уточнения статистических оценок состоит в том, что оценки  $\hat{\beta}_1$  и  $\hat{\beta}_2$  – суть случайные величины, имеющие вероятностное распределение. Это распределение как раз и следует учесть в методе уточнения, т.е. выборе точки на прямой (2).

#### 1. Пример оценки параметров производственной функции

Для примера воспользуемся заданием из учебника по эконометрике [2], исходные данные для которого (в некоторых условных единицах) приведены в табл. 1.

Таблица 1

#### Пример исходных данных для оценки параметров производственной функции

i	Q	L	K	i	Q	L	K
1	2350	2334	1570	9	2550	2446	1880
2	2470	2425	1850	10	2450	2403	1790
3	2110	2230	1150	11	2290	2301	1480
4	2560	2463	1940	12	2160	2253	1240
5	2650	2565	2450	13	2400	2367	1660

i	Q	L	K	i	Q	L	K
6	2240	2278	1340	14	2490	2430	1850
7	2430	2380	1700	15	2590	2470	2000
8	2530	2437	1860				

На основе данных табл. 1 составим регрессионную модель

$$Y = X\beta + \varepsilon \quad (4)$$

где  $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)^T$ ,  $y_i = \ln Q_i$ ;  $X$  –  $n \times 3$ -матрица,  $x_{i1} = 1$ ,  $x_{i2} = \ln L_i$ ,  $x_{i3} = \ln K_i$ ;  $\beta = (\ln \beta_0, \beta_1, \beta_2)^T$ ;  $\varepsilon = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n)^T$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ,  $n = 15$ , см. табл. 1,  $T$  – знак транспонирования). Регрессия (4) получается логарифмированием (1). В предположении  $\varepsilon \sim N(\mathbf{0}; \sigma^2 I)$ , где  $\mathbf{0}$  – нулевой вектор, а  $I$  – единичная матрица, несмещенная МНК-оценка  $\beta$  равна:

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y.$$

Этот вектор имеет матрицу взаимных ковариаций:

$$V_{\hat{\beta}} = \sigma^2 (X^T X)^{-1}.$$

При этом несмещенная оценка  $\sigma^2$  равна:

$$\hat{\sigma}^2 = (n - 3)^{-1} \sum_{i=1}^n (y_i - X_i \hat{\beta}),$$

где  $X_i$  –  $i$ -я строка  $X$ .

По данным табл. 1 имеем следующие значения  $\ln \hat{\beta}_0 = 0,5$ ,  $\hat{\beta}_1 = 0,758$  и  $\hat{\beta}_2 = 0,188$ . Сумма  $\hat{\beta}_1$  и  $\hat{\beta}_2$  равна 0,946, а формулы (3) дают исправленные значения  $\beta_1^e = 0,801$  и  $\beta_2^e = 0,199$ .

## 2. Статистическая проверка принципиальной возможности коррекции полученных оценок

**Замечание.** Начиная с этого момента в векторах  $\beta$ ,  $\hat{\beta}$  и  $\beta^e$  мы исключим нулевую компоненту, рассматривая вектора размерности 2, так как нас в дальнейшем будут интересовать только значения  $\beta_1$  и  $\beta_2$ . У матрицы  $V_{\hat{\beta}}$  при этом удаляется первая строка и первый столбец.

Гипотеза, выраженная линейным ограничением вида  $H: A\beta = b$ , где  $A$  – некоторая матрица, согласованная с  $\beta$ ,  $b$  – вектор, может быть проверена посредством статистики [2]

$$\gamma = k^{-1} (A\hat{\beta} - b)^T (AV_{\hat{\beta}}A^T)^{-1} (A\hat{\beta} - b),$$

где  $k$  – размерность вектора  $b$  (количество строк в матрице  $A$ ). При верной гипотезе  $H$  статистика  $\gamma$  имеет  $F$ -распределение с числами степеней свободы  $(k, n - 3)$ , т.е.  $\gamma \sim F_{k, n-3}$ .

Для рассматриваемого примера мы имеем  $k = 1$ ;  $b = 1$ ;

$$A = (1 \quad 1); \quad V_{\hat{\beta}} = \begin{pmatrix} 0,500 & -0,097 \\ -0,097 & 0,019 \end{pmatrix}; \quad \gamma = 0,0091$$

Граница критической области для  $F$ -критерия при значениях  $\alpha = 0,01$ ;  $0,05$  и  $0,1$  принимает, соответственно, значения  $F_{k, n-3}(\alpha) = 3,428$ ;  $2,560$ ;  $2,179$ . Это означает, что нет ни малейших оснований отвергнуть гипотезу  $H$  и не сделать поправки значений  $\beta_1$  и  $\beta_2$ , приводящие к условию (2). Заметим, что при верной гипотезе  $H$ , т.к.  $k = 1$ , квадратный корень из  $\gamma$  имеет распределение Стьюдента с числом степеней свободы  $n - 3$ , т.е.  $\sqrt{\gamma} \sim t_{n-3}^{\alpha/2}$ . Но, как и следовало ожидать, значение корня  $\sqrt{\gamma} = 0,096$  так же не

превосходит критических значений для этой статистики, которые при перечисленных выше значениях  $\alpha$ , соответственно, равны 3,428; 2,560; 2,179.

### 3. Статистически обоснованная коррекция полученных оценок

Для выполнения условия (2) кроме центральной проекции может быть, в принципе, взята и ортогональная проекция  $\beta^o = (\beta_1^o; \beta_2^o)$

$$\beta_1^o = \frac{1 + \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2}{2}, \quad \beta_2^o = \frac{1 + \hat{\beta}_2 - \hat{\beta}_1}{2},$$

а также точка максимального правдоподобия  $\beta^* = (\beta_1^*; \beta_2^*)$  для распределения  $N(\hat{\beta}; V_{\hat{\beta}})$ , которая согласно [3] вычисляется по формулам

$$\begin{aligned} \beta_1^* &= \hat{\beta}_1 + \lambda(v_{1,1} + v_{1,2}), \\ \beta_2^* &= \hat{\beta}_2 + \lambda(v_{2,1} + v_{2,2}), \\ \lambda &= \frac{1 - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2}{v_{1,1} + v_{1,2} + v_{2,1} + v_{2,2}}, \end{aligned}$$

где  $v_{1,1}$ ,  $v_{1,2}$ ,  $v_{2,1}$ , и  $v_{2,2}$  – соответствующие элементы матрицы  $V_{\hat{\beta}}$ .

При верной гипотезе  $H_0$ :  $\beta = \beta_0$  компоненты вектора [3]

$$\mathbf{s} = \Lambda^{-1/2} \mathbf{P}^T (\hat{\beta} - \beta_0) \quad (5)$$

имеют распределение Стьюдента с числом степеней свободы  $n-3$ . Здесь  $\mathbf{P}$  – ортогональная матрица такая, что матрица  $\mathbf{P}^T V_{\hat{\beta}} \mathbf{P} = \Lambda$  имеет диагональную структуру. При проверке этой гипотезы из компонент вектора  $\mathbf{s}$  выбирается та, которая имеет наибольшее абсолютное значение. В рассматриваемом примере

$$\mathbf{P} = \begin{pmatrix} 0,982 & 0,191 \\ -0,191 & 0,982 \end{pmatrix}; \quad \Lambda^{-1/2} = \text{diag}(0,721 \quad 0,017).$$

Подставляя в формулу (5) вместо  $\beta_0$  значения  $\beta^*$ ,  $\beta^e$  и  $\beta^o$  и выбирая каждый раз наибольшее по абсолютной величине значение, соответственно, получаем следующие величины: 0,095, 0,264 и 0,928. Это означает, что ни для какой из трех рассматриваемых точек соответствующая гипотеза  $H_0$  не отвергается, что согласуется с проверенной гипотезой  $H$  из предыдущего пункта, где для трех различных значений  $\alpha$  даны пороговые значения, относящиеся в равной степени и к рассматриваемым здесь статистикам (то же число степеней свободы). Однако точка максимального правдоподобия дает наименьшее тестовое значение и, следовательно, является наиболее статистически обоснованной коррекцией полученной оценки параметров производственной функции.

### Библиографический список

1. *Колемаев В.А.* Математическая экономика: учебник для вузов. 3-е стереотипное изд. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. 399 с.
2. *Магнус Я.Р., Катьшев П.К., Пересецкий А.А.* Эконометрика Начальный курс: учебник. 8-е изд. и: учеб. М.: Дело, 2007. 504 с.
3. *Пичугин Ю.А.* Геометрические аспекты проверки сложных статистических гипотез в математическом моделировании // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Физико-математические науки. 2015, № 2 (218). С. 123-137.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Алексеевко Е. В.</b> АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КАТАЛИЗАТОРА ВЫХЛОПНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ МЕТОДОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ .....	3
<b>Баринов Н. О.</b> ВНЕДРЕНИЕ ОБЛАЧНОГО ПРОСТРАНСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ОТРАСЛИ .....	7
<b>Быценко В. С.</b> МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ АЭРОЗОЛЕЙ И ИХ ПОГРЕШНОСТИ.....	11
<b>Быценко В. С.</b> СИСТЕМА ПЕРСОНАЛЬНОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ВИБРОДИАГНОСТИКИ COMRACS-MICRO .....	14
<b>Галём В. Ю.</b> ВАКУУМНО-ДУГОВАЯ ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТАЛЛА .....	16
<b>Гречко Т. С.</b> ИЗМЕРЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ПО СВЕТОРАССЕЯНИЮ .....	20
<b>Григорьева И. С.</b> РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О МАКСИМИЗАЦИИ ПРИБЫЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНЦЕРНА .....	22
<b>Гурман Д. В.</b> ВЫЯВЛЕНИЕ НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПЕРЕД ВНЕДРЕНИЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЦИИ ТРЕХ ИНСТРУМЕНТОВ .....	25
<b>Гурман Д. В.</b> МЕТОДИКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПО ВЫБОРУ НАИБОЛЕЕ ВАЖНОГО ПРОЕКТА НА ОСНОВЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ .....	29
<b>Даутов В. А.</b> РЕШЕНИЕ ВОПРОСА ОБ ИНВЕСТИРОВАНИИ В ПРОЕКТ .....	33
<b>Иванов К. Г.</b> ВНЕДРЕНИЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРУ ТОРГОВЛИ.....	36
<b>Капуста Н. П.</b> СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ВНЕШТАТНЫХ СИТУАЦИЙ В ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ ОАО «РЖД» .....	39
<b>Кириллов Е. В.</b> АНАЛИЗ СТРАХОВЫХ ВЗНОСОВ ДЕРЖАТЕЛЯ КРЕДИТНОЙ КАРТЫ СИТИБАНКА .....	42
<b>Коковина А. В.</b> ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ .....	44
<b>Лагунов М. А.</b> МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ МЕТОДОМ ПОДКРЕПЛЕНИЯ .....	48
<b>Макеева А. А.</b> МОДЕЛИ И МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА НОВШЕСТВА .....	50
<b>Модебадзе Ю. А.</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ МЕДИЦИНСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ ПУТЕМ ИНТЕГРАЦИИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ИНФОРМАЦИОННЫХ ИННОВАЦИЙ.....	55
<b>Назарова А. В.</b> АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ ГУП «ВОДОКАНАЛ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА» .....	59
<b>Неманова А. С.</b> РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ МИНИМИЗАЦИИ СТОИМОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ЕДИНИЦЫ ГРУЗА.....	62
<b>Орешникова Д. М., Уренцева А. В.</b> IRO – МЕТОД УЛУЧШЕНИЯ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ .....	65
<b>Палагина М. М.</b> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ КОМПАНИИ .....	70
<b>Пантелеева А. С., Кириллова А. С.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЯДЕРНОЙ ИНДУСТРИИ .....	71
<b>Петрашкевич Е. Э.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТА КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ САМОЛЕТОВ .....	74
<b>Пирогова Д. С.</b> МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ .....	77

---

<b>Питерин И. О.</b> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ПЛЕКТРОВ ДЛЯ СТРУННО-ЩИПКОВЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ БАСОВОГО ДИАПАЗОНА .....	81
<b>Плевако А. А., Хмелева А. И.</b> МЕТОДЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ПРОЦЕССАХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТА ПРЕДПРИЯТИЯ .....	83
<b>Свидерская Н. Г.</b> ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И РИСКОВ ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ (НА ПРИМЕРЕ КОМПАНИИ ЗАО «БАТ-СПБ») .....	86
<b>Семенкова Г. Н.</b> ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИК ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ .....	90
<b>Семенова А. В.</b> ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФЕРМ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ .....	98
<b>Соловьев А. А.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РЕШЕНИЯ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА .....	101
<b>Фетисова Н. А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ РАЗРАБОТОК В ЖКХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА .....	103
<b>Халилов А. С.</b> ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «ПАНТЕС» ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ .....	107
<b>Хмелева А. И., Плевако А. А.</b> КАРТА СОЗДАНИЯ ПОТОКА ЦЕННОСТИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА .....	110
<b>Чернова Е. И.</b> ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ ИНФРАКРАСНОГО И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ДИАПАЗОНОВ. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ СПЕКТРОВ СВЕТА .....	115
<b>Чупина Е. С.</b> РАЗЛИЧИЯ МЕЖДУ КИТАЙСКИМ И ЗАПАДНЫМ ПОДХОДОМ К ОРГАНИЗАЦИИ МЕНЕДЖМЕНТА .....	118
<b>Юрков В. Ю.</b> ОЦЕНКА И КОРРЕКЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ .....	122

Научное издание

**МОДЕЛИРОВАНИЕ  
И СИТУАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ  
КАЧЕСТВОМ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ**

Молодежная секция

Сборник докладов

Ответственные за выпуск:  
*Е. Г. Семенова, С. А. Назаревич*  
Ответственный секретарь *В. Н. Соколова*  
Компьютерная верстка *М. И. Дударева*

Материалы публикуются в авторской редакции

---

Подписано к печати 22.11.2016 Формат 60x84 1/8.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 15,87.  
Тираж 150 экз. Заказ № 452

---

Редакционно-издательский центр  
ГОУ ВПО «СПбГУАП»  
190000, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 67