

## Ежемесячный научный журнал "Prospero"

№ 8 (20) / 2015

### Редакционная коллегия:

Главный редактор — д.ф-м.н.Вешинский Дмитрий Федорович (РФ, Москва)  
Ответственный секретарь — д. ф-м.н., Вадиева Алена Казбековна (РФ, Санкт-Петербург) Аверин Александр Дмитриевич Южный федеральный университет;  
Баклушев Денис Александрович Санкт-Петербургский госуниверситет;  
Гетера Александр Олегович Московский областной университет;  
Вавилов Николай Константинович Самарский национальный университет;  
Демиев Евгений Константинович Алтайский государственный университет;  
Коропаев Владимир Гиевич Рязанский государственный радиотехнический университет; Кимушкин Владимир Петрович Белгородский государственный университет;  
Левин Александр Федорович Ивановский государственный университет;  
Лунин Самсон Тихонович Югорский государственный университет;  
Меромян Аркадий Валериевич Рязанский государственный радиотехнический университет;  
Нежданов Вадим Леонидович Институт прикладной математики и автоматизации Кабардино-Балкарского научного центра;  
Семеренко Григорий Игоревич Карлов университет, Чехия  
Труханов Владимир Олегович Альбертский университет,  
Эдмонтон, Канада Яневский Семен Петрович Казанский государственный технологический университет;  
Яшев Николай Александрович Казанский государственный технологический университет;

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

### Ответственный редактор:

д.ф-м.н.Вешинский Дмитрий Федорович (РФ, Москва)

### Международный редакционный совет:

Аверин Александр Дмитриевич Южный федеральный университет;  
Баклушев Денис Александрович Санкт-Петербургский госуниверситет;  
Гетера Александр Олегович Московский областной университет;  
Вавилов Николай Константинович Самарский национальный университет  
Демиев Евгений Константинович Алтайский государственный университет;  
Коропаев Владимир Гиевич Рязанский государственный радиотехнический университет; Кимушкин Владимир Петрович Белгородский государственный университет;  
Левин Александр Федорович Ивановский государственный университет;  
Лунин Самсон Тихонович Югорский государственный университет;  
Меромян Аркадий Валериевич Рязанский государственный радиотехнический университет; Нежданов Вадим Леонидович Институт прикладной математики и автоматизации Кабардино-Балкарского научного центра;  
Семеренко Григорий Игоревич Карлов университет, Чехия  
Труханов Владимир Олегович Альбертский университет,  
Эдмонтон, Канада Яневский Семен Петрович Казанский государственный технологический университет;  
Яшев Николай Александрович Казанский государственный технологический университет;

**Художник:** Аркадий Дерюгин

**Верстка:** Владимир Сокотун

### Адрес редакции:

109377, г. Москва, Рязанский пр-кт 34, оф. 207. E-mail: info@mos-prospero.ru ; www.mos-prospero.ru

### Учредитель и издатель:

Международное научное объединение "Prospero" Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии 109377, г. Москва, Рязанский пр-кт 34, оф. 207

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

# СОДЕРЖАНИЕ

## МЕХАНИКА

**Баламирзоев А.Г., Иванов В.В.**

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИИ  
ПОД ПЛОТИНОЙ НА СКАЛЬНОМ ОСНОВАНИИ С  
УЧЕТОМ ПОВРЕЖДЕНИЙ В  
ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННОЙ ЗАВЕСЕ ..... 4

**Петриченко М.Р.**

О РЕШЕНИЯХ УРАВНЕНИЯ КРОККО ..... 8

**Петриченко М.Р.**

ПРОСТЕЙШЕЕ РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ТИПА ЧЕЙЗИ  
(J.CHEZY) ..... 10

**Хускивадзе Амиран Пименович**

НОРМАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СЛОЖНОЙ ЦЕЛОСТНОЙ  
СИСТЕМЫ ..... 12

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Андреев Б.И., Старостин Н.П.**

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО ПРОЦЕССА И  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ  
ПРИВАРКИ ГИЛЬЗЫ К ПОЛИМЕРНЫМ  
АРМИРОВАННЫМ ТРУБАМ ПРИ НИЗКИХ  
ТЕМПЕРАТУРАХ ..... 19

**Аронбаев Д.М., Васина С.М.**

ПРОТОЧНО-ИНЖЕКЦИОННЫЕ АМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЕ  
СИСТЕМЫ С ТРУБЧАТЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ ..... 24

**Асфандияров Р.Н., Рааб Г.И.**

ПОТЕНЦИАЛ РОТАЦИОННОГО ОБЖАТИЯ КАК МЕТОДА  
ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ..... 33

**Фейзиев Г.К., Гусейнова Г.Г.,**

**Асланзаде Н.Р.**

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И –  
КАТИОНИРОВАНИЯ ПРИ ОБЕССОЛИВАНИИ ВОДЫ .. 37

**Дворянкин Андрей Сергеевич**

АППАРАТ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ  
ОПИСАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В  
РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ ЗНАНИЙ ..... 40

**Доронин Д.О., Куприков Н.М.,**

**Павлов А.К., Иванов Б.В.**

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ОТРАБОТКЕ  
ПЕРСПЕКТИВНОГО АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО  
КОМПЛЕКСА ЛОКАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ИНТЕРЕСАХ ОЧЕРЕДНОЙ  
РОССИЙСКОЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ ..... 43

**Зосько В.Н., Мухо В.И., Головина Л.Н.**

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ  
СОЕДИНЕНИЯ С ГАРАНТИРОВАННЫМ НАТЯГОМ В  
СРЕДЕ DELPHI ..... 46

**Ким Е.В., Хафизов Р.Г.**

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ  
ИЗОБРАЖЕНИЙ ЭРИТРОЦИТОВ ПРИ СЛИПАНИИ ДЛЯ  
ЦЕЛЕЙ МЕДИЦИНСКОГО МИКРОСКОПИЧЕСКОГО  
АНАЛИЗА ..... 48

**Ксенофонтова Татьяна Кирилловна**

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ТРЕЩИН В  
ОБОЛОЧКЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ТРУБ НА ИХ РАБОТУ . 50

**Лисовец У.А., Агеева Н.М., Бложко А.А.**

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО  
СОСТАВА АМИНОКИСЛОТ ПРИ КОНТАКТЕ С  
ДРОЖЖЕВОЙ БИОМАССОЙ ..... 55

**Лучинин Ярослав Дмитриевич**

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ  
АВТОМОБИЛЬНОЙ ПЕРЕВОЗКИ СПЕЦИФИЧЕСКИХ  
ГРУЗОВ ..... 57

**Лютарь В.С., Марц Н.В., Ершова Н.М.**

НЕКОТОРЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ  
МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ  
МЕТАЛЛОКОСТРУКЦИИ В ПРОЦЕССЕ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ ..... 60

**Гутман А.Е., Матюхин А.В.**

ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ВЕКТОРНЫЕ ПРОСТРАНСТВА,  
СОДЕРЖАЩИЕ НЕЗАМКНУТЫЕ АРХИМЕДОВЫ  
КОНУСЫ ..... 62

**Одуденко Т.А., Кузьмина Н.А.**

СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОБЕКТОВ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО  
ДВИЖЕНИЯ ОТ АКТОВ НЕЗАКОННОГО  
ВМЕШАТЕЛЬСТВА ..... 64

**Пурко Алексей Вячеславович.**

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ШЛАКОЩЕЛОЧНОГО  
ВЯЖУЩЕГО С ДИСПЕРСНЫМ АРМИРОВАНИЕМ ..... 67

**Таран В.Н., Филимоненкова Т.Н.,**

**Осыка В.Е.**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ САНАТОРИЯ ..... 70

**Тарасов А.В., Тарасов И.В.**

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ФРИКЦИОННЫХ БОЛТОВЫХ  
СОЕДИНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ  
САПР..... 76

**Федотов В.А., Курносова А.Г.,**

**Утеуленова Ж.С.**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУКИ ИЗ СЕМЯН СОРГО В  
ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ОТРАСЛИ ..... 79

**Черторинский В.В.**

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПЕКТРАЛЬНОГО  
ВЫИГРЫША СТАНДАРТОВ CDMA И LTE В ПОЛОСЕ  
ЧАСТОТ 450 МГц ..... 83

**Чесноков Александр Михайлович**

ОБЛАСТИ ЗНАЧЕНИЙ И ОБЛАСТИ ОБРАЗОВ В  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ  
КОЛОНОК ..... 86

**Ячный Иван Викторович**

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТАМИ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ..... 90

## ФИЗИКА

**Оськин Виктор Васильевич**

НОВОЕ МИРОВОЗЗРЕНИЕ "НООКОСМИЗМ" ..... 93

**Слаев Валерий Абдуллович**

ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ЗАКОНЫ И СВОЙСТВА  
ВСЕЛЕННОЙ ..... 97

# МЕХАНИКА

Баламирзоев А.Г.<sup>1</sup>, Иванов В.В.<sup>2</sup>

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЛЬТРАЦИИ ПОД ПЛОТИНОЙ НА СКАЛЬНОМ ОСНОВАНИИ С УЧЕТОМ ПОВРЕЖДЕНИЙ В ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННОЙ ЗАВЕСЕ

<sup>1</sup>д.т.н., профессор Дагестанского государственного технического университета, г. Махачкала

<sup>2</sup>аспирант Дагестанского государственного технического университета, г. Махачкала

### MATHEMATICAL MODELING OF FILTRATION UNDER A DAM ROCK FOUNDATION CONSIDERING THE DAMAGE IN THE IMPERVIOUS VEIL

Abdul Balamirzoev

doctor of technical Sciences, Professor of Dagestan state technical University, Makhachkala

Vladimir Ivanov

graduate student Dagestan state technical University, Makhachkala

#### АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается возможность математического моделирования фильтрации под плотиной на скальном основании с учетом повреждений в противofильтративной завесе. Приведены примеры для расчета фильтрации подземного контура плотины с неоднородно проницаемой завесой и под плотиной с водопроницаемой противofильтративной завесой.

#### ABSTRACT

The article discusses the possibility of mathematical modeling of filtration under a dam rock Foundation considering the damage in the grout curtain. Examples for calculation of filtration of underground contour of the dam with heterogeneously permeable curtain and under the dam with a permeable grout curtain.

Ключевые слова: фильтрация, гидротехническое сооружение, плотина, цементационная завеса.

Keywords: filtration, hydraulic structure, dam, dam grouting curtain.

В противofильтративной цементационной завесе в процессе эксплуатации могут образовываться различные повреждения вследствие деформаций основания плотины, например, при выщелачивании солей из загипсованных массивов. Кроме того, повреждения в завесе могут происходить в период строительства из-за некачественного ее устройства, а также в результате воздействия на материал цементационной завесы температурно-усадочных напряжений.

При расчете фильтрации под плотиной рассмотрим в качестве возможных повреждений три вида:

а) горизонтальные трещины в противofильтративной завесе при значительном расстоянии между собой ( $l_0 \geq 5b_0$ , где  $l_0$  – расстояние между трещинами,  $b_0$  – ширина условной зоны до вертикальной линии равного напора вблизи завесы с трещиной);

б) горизонтальные трещины в противofильтративной завесе при близком их расположении ( $l_0 \leq 5b_0$ );

в) вертикальные трещины в противofильтративной завесе;

г) произвольно ориентированные трещины в противofильтративной завесе;

д) одиночные повреждения – окна незначительных размеров.

Расчетная схема бетонной плотины с завесой и вертикальным дренажом имеющая повреждения с повреждениями в завесе приведена на рис. 1. Материал завесы считаем водопроницаемым.

Параметры сквозных трещин в завесе могут изменяться от 1 мм до 3-5 см, т.е. их можно считать достаточно тонкими. Движение потока в трещинах будем предполагать ламинарным и подчиняющимся закону Дарси. В связи с этим для оценки их водопроницаемости используем теоретические зависимости Ю.М.Косиченко [2] для пленочных экранов и экспериментально-теоретические зависимости Г.М.Ломизе [3] для трещин в бетоне.

Выделяя фрагмент области фильтрации в месте трещины в завесе (рис.1), включающий собственно трещину в завесе, входной и выходной участки основания между условной вертикальной линией равного напора и завесой, можно получить следующие расчетные зависимости удельного фильтративного расхода:

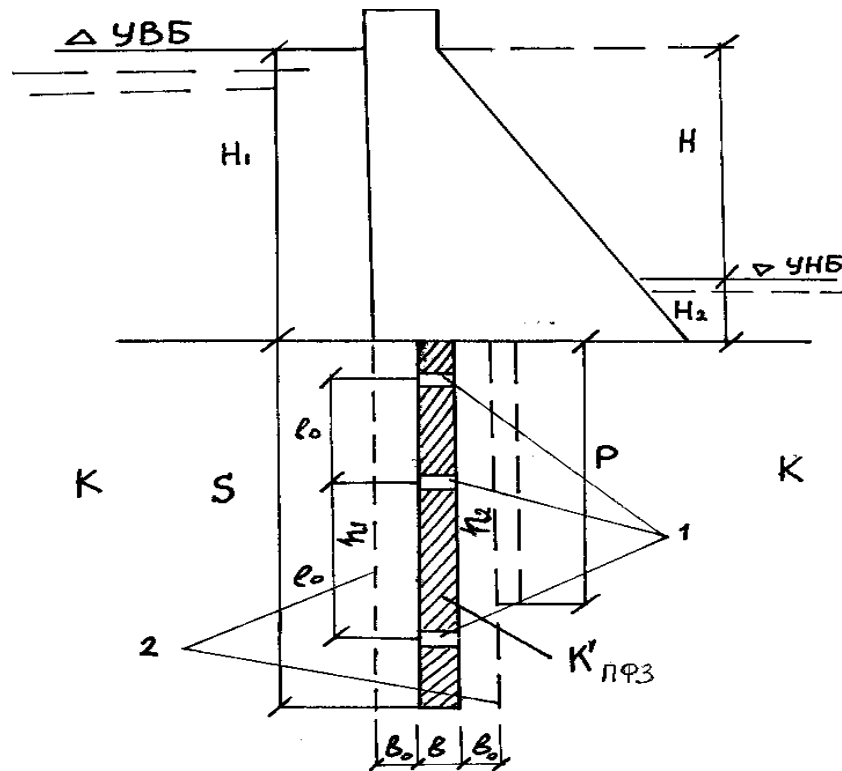


Рис.1 - Расчетная схема плотины с трещинами в противофильтрационной завесе:  
 1-горизонтальные сквозные трещины  
 2-условные вертикальные линии равного напора вблизи завесы.

через горизонтальную непрерывную трещину с гладкими стенками при далеком расположении их между собой ( $l_0 \geq 5b_0$ )

$$q_{тр} = \frac{\pi k (h_1 - h_2)}{2lg(16b_0/\pi\delta_{тр}) + \pi \left( \frac{12\mu \cdot b}{\gamma\delta_{тр}^3} \right)} \quad (1)$$

через горизонтальную непрерывную трещину с шероховатыми стенками (при  $l_0 \geq 5b_0$ )

$$q_{тр} = \frac{\pi k (h_1 - h_2)}{2lg(16b_0/\pi\delta_{тр}) + \pi \left\{ \frac{12\mu \cdot b}{\gamma\delta_{тр}^3} \left[ 1 + 6 \left( \frac{e}{\delta_{тр}} \right)^{1,5} \right] \right\}} \quad (2)$$

через горизонтальную непрерывную трещину с гладкими стенками (при  $l_0 \leq 5b_0$ )

$$q_{тр} = \frac{\pi k (h_1 - h_2)}{(4b_0/\delta_{тр}) + \pi \frac{12\mu \cdot b}{\gamma\delta_{тр}^3}} \quad (3)$$

через горизонтальную непрерывную трещину с шероховатыми стенками (при  $l_0 \leq 5b_0$ )

$$q_{тр} = \frac{\pi k (h_1 - h_2)}{(4b_0/\delta_{тр}) + \left\{ \frac{12\pi\mu \cdot b}{\gamma\delta_{тр}^3} \left[ 1 + 6 \left( \frac{e}{\delta_{тр}} \right)^{1,5} \right] \right\}} \quad (4)$$

Полный расход фильтрационного потока через вертикальную или произвольно ориентированную трещину ограниченной длины ( $l_{тр}$ ) вычисляем по формулам:

с гладкими стенками

$$Q_{тр} = \frac{\pi k (h_1 - h_2) l_{тр}}{2lg(16b_0/\pi\delta_{тр}) + \pi \left( \frac{12\mu \cdot b}{\gamma\delta_{тр}^3} \right)} \quad (5)$$

с шероховатыми стенками

$$Q_{тр} = \frac{\pi k (h_1 - h_2) l_{тр}}{2lg(16b_0/\pi\delta_{тр}) + \left\{ \frac{12\pi\mu \cdot b}{\gamma\delta_{тр}^3} \left[ 1 + 6 \left( \frac{e}{\delta_{тр}} \right)^{1,5} \right] \right\}} \quad (6)$$

Полный расход фильтрационного потока через повреждение – окно значительных размеров, приведенное к окружности радиуса  $r_0$ :

$$Q_{ок} = \frac{\pi^2 r_0 k (h_1 - h_2)}{2ln(8b_0/\pi r_0) + \pi(b/r_0)} \quad (7)$$

В приведенных зависимостях:  $k$  – коэффициент фильтрации скального трещиноватого основания;  $h_1$  и  $h_2$  – напоры на линиях равного напора вблизи завесы, соответственно перед и за ней (рис.1);  $b_0$  – ширина зоны между линией равного напора и завесой;  $\delta_{тр}$  – ширина раскрытия трещины в завесе;  $\mu$  – динамическая вязкость воды;  $\gamma$  – удельный вес воды;  $b$  – ширина противофильтрационной завесы;  $e$  – высота выступов шероховатости трещины в завесе;  $l_0$  – расстояние между трещинами;  $l_{тр}$  – длина трещины;  $r_0$  – приведенный радиус повреждения-окна в завесе.

Однако для фильтрационного расчета подземного контура плотины с неоднородно проницаемой завесой следует перейти к условию

однородной по водопроницаемости завесе, характеризующейся осредненным коэффициентом фильтрации, определяемым по следующей общей формуле [2]

$$K'_{пфз} = \frac{Q_{пфз} \cdot b}{(h_1 - h_2)F_{пфз}}, \quad (8)$$

где  $Q_{пфз}$  – общий фильтрационный расход через  $n$  повреждений завесы на площади  $F_{пфз}$ ;

$$Q_{пфз} = \sum_{i=1}^n Q_i$$

$Q_i$  – единичный расход через отдельное повреждение;

$F_{пфз}$  – рассматриваемая площадь вертикальной поверхности завесы;

$$F_{пфз} = S \cdot L_{пфз}$$

Для условий плоской задачи (при  $L_{пфз}=1$  м)

$$K'_{пфз} = \frac{q_{пфз} \cdot b}{(h_1 - h_2)S}, \quad (9)$$

где  $q_{пфз}$  – удельный фильтрационный расход через завесу;

$S$  – глубина противofильтрационной завесы.

Тогда, используя соотношения (8) и (9) и ранее полученные формулы (1) – (7), найдем зависимости для определения осредненного коэффициента фильтрации водопроницаемой завесы:

при наличии горизонтальных трещин с гладкими и шероховатыми стенками

для  $l_0 \geq 5b_0$

$$K'_{пфз} = \frac{\pi K_r n_{тр} \cdot b}{\left[ 2 \lg \left( \frac{16b_0}{\pi \delta_{тр}} \right) + \pi \left( \frac{12\mu b}{\gamma \delta_{тр}^3} \right) \right] S};$$

$$K'_{пфз} = \frac{\pi K_r n_{тр} \cdot b}{\left[ 2 \lg \left( \frac{16b_0}{\pi \delta_{тр}} \right) + \left( \frac{12\pi \mu b}{\gamma \delta_{тр}^3} \right) \left( 1 + 6 \left( \frac{e}{\delta_{тр}} \right)^{1,5} \right) \right] S}$$

для  $l_0 \leq 5b_0$

$$K'_{пфз} = \frac{\pi k n_{тр} \cdot b}{\left[ \left( \frac{4b_0}{\delta_{тр}} \right) + \frac{12\pi \mu \cdot b}{\gamma \delta_{тр}^3} \right] S};$$

$$K'_{пфз} = \frac{\pi k n_{тр} b}{\left\{ \left( \frac{4b_0}{\delta_{тр}} \right) + \frac{12\pi \mu \cdot b}{\gamma \delta_{тр}^3} \left[ 1 + 6 \left( \frac{e}{\delta_{тр}} \right)^{1,5} \right] \right\} S};$$

при наличии вертикальных и произвольно ориентированных трещин ограниченной длины с гладкими и шероховатыми стенками

$$K'_{пфз} = \frac{\pi k n_{тр} \cdot l_{тр} \cdot b}{\left[ 2 \lg \left( \frac{16b_0}{\pi \delta_{тр}} \right) + \left( \frac{12\pi \mu b}{\gamma \delta_{тр}^3} \right) \right] S \cdot L_{пфз}};$$

$$K'_{пфз} = \frac{\pi k n_{тр} \cdot l_{тр} \cdot b}{\left[ 2 \lg \left( \frac{16b_0}{\pi \delta_{тр}} \right) + \left( \frac{12\pi \mu b}{\gamma \delta_{тр}^3} \right) \left( 1 + 6 \left( \frac{e}{\delta_{тр}} \right)^{1,5} \right) \right] S \cdot L_{пфз}};$$

при наличии повреждений окон значительных размеров

$$K'_{пфз} = \frac{\pi^2 r_0 k n_{тр} \cdot b}{\left[ 2 \lg \left( \frac{8b_0}{\pi r_0} \right) + \pi \left( \frac{b}{r_0} \right) \right] S \cdot L_{пфз}}.$$

где  $n_{тр}$  – количество трещин в завесе.

Для расчета фильтрации под плотиной с водопроницаемой противofильтрационной завесой, характеризующейся осредненным коэффициентом фильтрации  $K'_{пфз}$ , воспользуемся предложением Р.Р.Чугаева [4] о замене водопроницаемой преграды укороченной абсолютно водопроницаемой преградой, дающей тот же эффект (в отношении гашения напора), что и заданная нам водопроницаемая преграда.

Приведенная глубина такой воображаемой завесы будет определяться соотношением [4]

$$S_{пр} = \sigma S,$$

где  $\sigma$  - коэффициент, определяемый по графику С.Н.Нумерова (рис.2);

$S$ - действительная глубина водопроницаемой завесы.

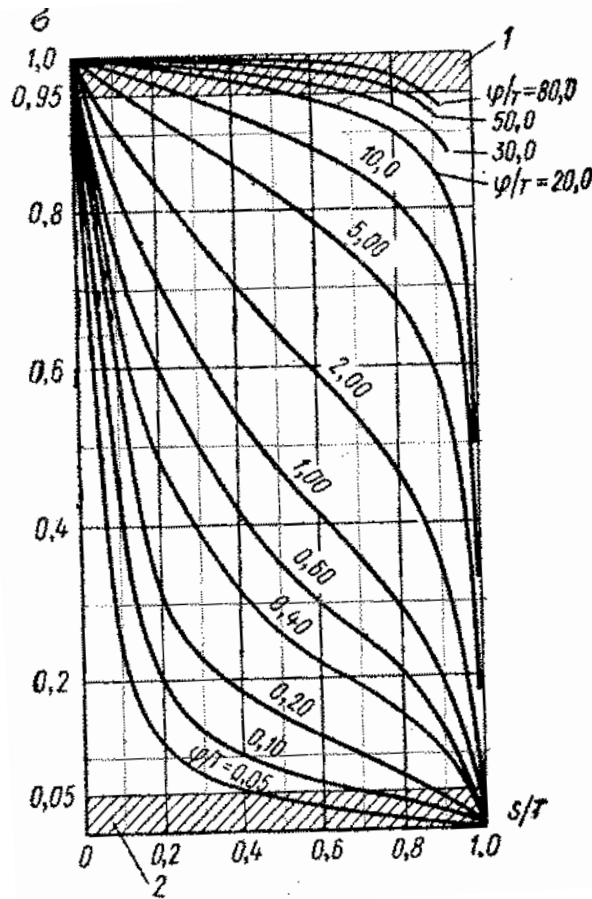


Рис. 2. График для определения длины вертикальной эквивалентной водопроницаемой преграды:

1 – область практически водопроницаемой вертикальной преграды; 2 – область, отвечающая отсутствию вертикальной водопроницаемой преграды

Коэффициент  $\sigma$  определяется по графику в зависимости от отношения  $S/T$  (где  $T$  – мощность основания до водоупора) и величины  $\varphi$ , под которой следует понимать приведенную толщину завесы  $b_{пр}$ :

$$\varphi = b_{пр} = b \frac{K}{K'_{пфз}}$$

Так, для примера, при  $S = 60$  м,  $T = 90$  м,  $b = 5$  м,  $K = 0,26$  м/сут,  $K'_{пфз} = 0,026$  и  $0,0026$  м/сут получим:

$$\frac{S}{T} = \frac{60}{90} = 0,66$$

при  $K'_{пфз} = 0,026$  м/сут

$$\varphi = b_{пр} = 5 \cdot \frac{0,26}{0,026} = 50 \text{ м}; \quad \sigma = 0,27;$$

$$S_{пр} = 0,27 \cdot 60 = 16,2 \text{ м},$$

при  $K'_{пфз} = 0,0026$  м/сут

$$\varphi = b_{пр} = 5 \cdot \frac{0,26}{0,0026} = 500 \text{ м}; \quad \sigma = 0,75;$$

$$S_{пр} = 0,75 \cdot 60 = 45 \text{ м}.$$

Таким образом, чем меньше будет проницаемость завесы, тем ближе приведенная

глубина абсолютно непроницаемой завесы  $S_{пр}$  будет приближаться к действительной глубине  $S$ .

Дальнейший расчет подземного контура плотины выполняется по следующим расчетным зависимостям, рассмотренным в [1].

Коэффициенты сопротивлений трех фрагментов:

$$\Phi_1 = \frac{\pi}{2 \text{Arch} \sqrt{\frac{l^2 + T^2}{l^2 + S_{пр}^2}}}; \quad \Phi_2 = \frac{b}{T - S_{пр}};$$

$$\Phi_3 = \frac{\pi}{\text{arch} \left( \frac{2\lambda - \delta}{\delta} \right)}$$

Потери напора на каждом фрагменте:

$$\Delta H_1 = \frac{\pi}{2 \text{Arch} \sqrt{\frac{l^2 + T^2}{l^2 + S_{пр}^2}} \sum \Phi}; \quad \Delta H_2 = \frac{bH}{T - S_{пр} \sum \Phi}$$

$$\Delta H_3 = \frac{\pi}{\text{arch} \left( \frac{2\lambda - \delta}{\delta} \right) \sum \Phi},$$

где

$$\sum \Phi = \frac{\pi}{2 \operatorname{Arch} \sqrt{\frac{l^2 + T^2}{l^2 + S_{\text{пр}}^2}}} + \frac{b}{T - S_{\text{пр}}} + \frac{\pi}{\operatorname{arch} \left( \frac{2\lambda - \delta}{\delta} \right)}$$

Удельный фильтрационный расход в основании плотины

$$q = \frac{kH}{\sum \Phi} \quad \text{или} \quad q = \frac{2k\Delta H_1}{\pi} \operatorname{Arch} \sqrt{\frac{l^2 + T^2}{l^2 + S_{\text{пр}}^2}};$$

$$q = \frac{k\Delta H_{.3}}{\pi} \operatorname{arch} \frac{2\lambda - \delta}{\delta}; \quad q = k\Delta H_{.2} \frac{T - S_{\text{пр}}}{b}$$

Фильтрационные напоры по подземному контуру плотины:

на участке 3' - 4'

$$H_x = H - \Delta H_1 + \frac{2\Delta H_1}{\pi} \operatorname{arccos} \sqrt{\frac{l^2 - x^2}{l^2 + S_{\text{пр}}^2}};$$

на участке 2' - 3' вдоль завесы

$$H_x = H - \Delta H_1 + \frac{2\Delta H_1}{\pi} \operatorname{arccos} \sqrt{\frac{l^2 + y^2}{l^2 + S_{\text{пр}}^2}};$$

на участке 2 - 3 - 4 - 5

$$H_x = \Delta H_3 \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{\pi} \operatorname{arcsin} \frac{\delta - 2\xi}{\delta} \right).$$

Удельный фильтрационный расход, поступающий в дренаж:

$$q_{\text{др}} = \frac{k\Delta H_3}{\pi} \operatorname{arch} \frac{\delta - 2\xi_e}{\delta}.$$

Скорость фильтрации на границе 1' - 2'

$$v_x = \frac{2k\Delta H_1}{\pi} \cdot \frac{y}{\sqrt{(l^2 + y^2)(y^2 - S_{\text{пр}}^2)}},$$

$$(S \leq y \leq T)$$

на границе 4' - 5'

$$v_y = -\frac{2k\Delta H_1 x}{\pi \sqrt{(x^2 - l^2)(x^2 + S_{\text{пр}}^2)}},$$

$$(l \leq x \leq \infty)$$

на границе 8 - 9

$$v_y = \frac{k\Delta H_3}{2l_1} \frac{\xi - 1}{\xi \sqrt{\xi(\delta - \xi)}}, \quad (\sigma \leq \xi \leq \infty).$$

#### Список литературы:

1. Баламирзоев А.Г. Развитие теории и методов прогнозирования суффозионных деформаций при фильтрации в трещиноватых основаниях гидротехнических сооружений : диссертация ... доктора технических наук :- Махачкала, 2006.- 397 с.
2. Косиченко Ю. М., Белов В. А., Косиченко М. Ю. Оценка уровня фильтрационной безопасности земляных плотин и эффективности инженерной защиты малых водохранилищ/ НГМА, Новочеркасск, 2001.-58с.
3. Ломизе Г. М. Фильтрация в трещиноватых породах.-М.:Госэнергоиздат, 1958.-532 с.
4. Чугаев Р.Р. Земляные гидротехнические сооружения.- Л.: Энергия, 1967.- 460 с.

*Петриченко М.Р.*

### О РЕШЕНИЯХ УРАВНЕНИЯ КРОККО

ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский  
политехнический университет Петра Великого,  
СПб, Политехническая, 29

#### SOME REMARKS ABOUT CROCCO EQUATION SOLUTIONS

*M.R. Petrichenko*

*SPb State Polytechnic University*

*Peter of Great*

**АННОТАЦИЯ.** Предельные задачи Крокко, традиционная и однородная, эквивалентны задаче Коши. Существуют сужения эпиморфизмов Крокко на 2-диффеоморфизмы отрезка (0,1) в себя. Однородная предельная задача Крокко имеет решения с любым числом точек, сопряженных относительно (0,0) и (1,0), и со сколь угодно малой диссипацией. Значение  $\varphi^2(0)$  в типичной предельной задаче Крокко допускает оценку:  $1/12 < \varphi^2(0) < 1/9$ .

**Ключевые слова.** предельная задача, отображение отрезка в себя, сужение отображения, диссипация и мера диссипации.

1. Рассматриваются непрерывные отображения отрезка в себя, реализуемые решениями уравнения Крокко. Оказывается, что решение типичной задачи Крокко (СВР(t)) получается сужением решения однородной предельной задачи Крокко (СВР(h)).

Итак, пусть:

$$\varphi : (0,1) \rightarrow \Delta \subset R^1, \varphi \in C^{(2)}(0,1),$$

$\Delta$  – промежуток вещественной оси. Уравнение Крокко,  $2\varphi\varphi'' + h = 0$ , решается либо с типичными предельными условиями (СВР(t)):

$$\varphi'(0) = \varphi(1) = 0, \quad (1)$$



либо с однородными предельными условиями (СВР(h)):

$$\varphi(0) = \varphi(1) = 0. \quad (2)$$

Решения уравнения Крокко с условиями (1) или (2) порождают отображения отрезка вещественной оси в себя.

Справедливы следующие теоремы.

**Th1.** Предельная задача (1) равносильна задаче Коши:

$$\varphi^+(h): (0,1) \rightarrow (0,a) \Rightarrow d\varphi^+ / dh < 0, d^2\varphi^+ / dh^2 < 0; -d\varphi^+ / dh = O\left(\sqrt{\ln a / \varphi^+}\right), \varphi^+ \ll 1.$$

$$\varphi^-(h): (0,1) \rightarrow (-a,0) \Rightarrow d\varphi^- / dh > 0, d^2\varphi^- / dh^2 > 0; d\varphi^- / dh = O\left(\sqrt{\ln a / \varphi^-}\right), -\varphi^- \ll 1.$$

График (h→φ) представляет полуовал с двумя горизонтальными касательными в точках (0, ±a) и с вертикальной касательной в точке перегиба (1,0).

$$(i). \varphi_l^+(h): (0, h_0 - 0) \rightarrow (0, a), d\varphi_l^+ / dh > 0, d^2\varphi_l^+ / dh^2 < 0, d\varphi_l^+ / dh_0 = 0;$$

$$(ii). \varphi_r^+(h): (h_0 + 0, 1) \rightarrow (0, a), d\varphi_r^+ / dh < 0, d^2\varphi_r^+ / dh^2 < 0, d\varphi_r^+ / dh_0 = 0;$$

$$-d\varphi_r^+ / dh = O\left(\sqrt{\ln a / \varphi_r^+}\right), \varphi_r^+ \ll 1, \varphi_l^+(h_0 - 0) = \varphi_r^+(h_0 + 0);$$

$$(iii). \varphi_l^-(h): (0, h_0 - 0) \rightarrow (-a, 0), d\varphi_l^- / dh < 0, d^2\varphi_l^- / dh^2 > 0, d\varphi_l^- / dh_0 = 0;$$

$$(iiii). \varphi_r^-(h): (h_0 + 0, 1) \rightarrow (-a, 0), d\varphi_r^- / dh > 0, d^2\varphi_r^- / dh^2 > 0, d\varphi_r^- / dh_0 = 0;$$

$$d\varphi_r^- / dh = O\left(\sqrt{\ln a / \varphi_r^-}\right), \varphi_r^- \ll 1, \varphi_l^-(h_0 - 0) = \varphi_r^-(h_0 + 0);$$

Иначе, существует значение  $h_0 \in (0,1)$ , такое, что  $\varphi(h_0) = \pm a, d\varphi/dh_0 = 0$ . Предельная задача (2) распадается на две типичные предельные задачи (1) для промежутков  $(0, h_0 - 0) = \Delta_l$  и  $(h_0 + 0, 1) = \Delta_r$ , решения которых обозначены соответственно  $\varphi_l$  и  $\varphi_r$ . Эти решения являются сужениями  $\varphi$  на частичные промежутки  $\Delta_l$  и  $\Delta_r$  соответственно. Каждое сужение реализует инъекцию своей области определения на отрезок на  $(-a, a)$ . Верхний значок разделяет положительную и отрицательную ветви инъекции.

График (h→φ) представляет овал с двумя вертикальными касательными, проходящими через точки перегиба (0,0), (0,0), и с двумя горизонтальными касательными в критических точках минимума  $(h_0, -a)$  и максимума  $(h_0, a)$ .

Для определения  $h_0$  и  $a$  используется утверждение:

**Th4.** Пусть вместо уравнения Крокко решается такое:

$$2\varphi\varphi'' + h^m = 0$$

с предельным условием (2). Тогда:

$$h_0 = (2/(m+4))^{2/(m+2)}, \quad a = \frac{2}{\sqrt{\pi(m+4)}},$$

причем в случае уравнения Крокко,  $m=1, h_0=0,54288... > 1/2; a=0,22567...;$

**Th5.** Существуют решения предельной задачи СВР(h) (2), имеющие точки, сопряженные с (0,0) и (1,0), СВР(h)<sub>n</sub>. Если количество сопряженных точек равно n, то имеем 2n изоморфных сужений решения

$$\varphi(0) - a = \varphi'(0) = 0, \quad (1_1)$$

где  $a=0,33205... \approx 1/3$  и  $\Delta=(0, a)$ .

Значение константы a с огромной точностью (32 разряда и выше) найдено недавно В.П. Вариним [1]. Постоянная 1/3 получена с помощью некоторого спекулятивного эвристического приема мною [2].

**Th2.** Задача Коши (1<sub>1</sub>) – мономорфизм из (0,1) в (-a, a). Иначе, существуют сужения  $\varphi(h), \varphi^+$  и  $\varphi^-$ , такие, что:

**Th3.** Однородная предельная задача (2) порождает четыре изоморфизма отрезка (0,1) на отрезки (0,a) и (-a,0) (сужения  $\varphi(h)$ ):

(2n однозначных ветвей решения, 2n 2-диффеоморфизмов отрезков в себя). При этом:

- величина интеграла

$$\Phi := \int_0^1 |\varphi| dh$$

ограничена и, более того:

$$\int_0^1 |\varphi| dh \xrightarrow{n \rightarrow \infty} 0;$$

- в СВР(t) значение Φ больше, чем в СВР(h)<sub>n</sub> при любом n > 0.

В задачах с гидродинамическим содержанием СВР(h) относится к отрывному обтеканию пластины и

$$|\varphi| dh = d\Phi$$

есть мера диссипации. Можно показать, что Φ обладает всеми свойствами меры: конечностью, неотрицательностью, счетной аддитивностью на σ-кольце множеств, содержащихся в промежутке 0 < h < 1. Теорема 5 гарантирует, что при дроблении промежутка (0,1) сопряженными точками диссипация не возрастает. Если СНВР относится к какому-либо отрывному режиму обтекания, то из теоремы 5 также следует, что существуют отрывные движения с меньшей диссипацией, которые, видимо, и реализуются в экспериментах с крупными отрывными вихрями, порождающими мелкие вихри.

2. Пусть в СВР(t)  $\omega := \ln(a/\varphi), 0 < \omega < \infty$ . Тогда:

$$(d\varphi/dh)^2 = \int_0^\omega h(\tau) d\tau.$$

Доказательство тривиально: следует понизить порядок уравнения С на 1. Значит:

$$1/4 = \int_0^1 (d\varphi/dh)^2 dh = \int_0^\infty h(1-h)d\omega.$$

Наряду с СВР(t) для уравнения С рассмотрим следующее ее обобщение:

$$2\varphi d^2\varphi/dh^2 + h^m = 0, (d\varphi/dh)_{h=0} = \varphi(1) = 0,$$

и тогда сразу же получается, что:

$$\int_0^\infty h^m(1-h)d\omega = \frac{1}{2(m+1)}.$$

Аналогично:

$$\int_0^\infty h^{m+1}(1-h)d\omega = \frac{1}{2(m+2)},$$

$$2 \int_0^1 h\varphi d^2\varphi/dh^2 dh = a^2 - 2 \int_0^1 h(d\varphi/dh)^2 dh = a^2 - \int_0^\infty h(1-h^2)d\omega = -1/3$$

Получается:

$$a^2 = 5/12 - 1/3 = 1/12$$

На самом деле, этот вывод спекулятивен: в понятных обозначениях  $\varphi_1 > \varphi_m$ , поэтому можно утверждать только, что значение  $a^2$  не меньше 1/12 (и не больше 1/9, что получается из оценок [2]).

и, складывая эти равенства, получим еще одно тождество:

$$\int_0^\infty h^m(1-h^2)d\omega = \frac{1}{2} \frac{2m+3}{(m+1)(m+2)}.$$

Пусть  $m=1$ . Значит:

$$J = \int_0^\infty h(1-h^2)d\omega = 5/12.$$

Но:

$$a^2 = (\varphi(0))^2 = J - 1/3 = 1/12.$$

Чтобы доказать последнее равенство, достаточно проинтегрировать выражение:

Источники

[1]. Варин В.П., Плоский асимптотический ряд Блазиуса, в сборнике: Математический форум, серия «Итоги науки», Владикавказ, 2015, с.34-47;

[2]. Петриченко М.Р. Приближенные оценки постоянной Блазиуса, НТВ СПбПУ, физ-мат науки, №2 (218), 2015, с.43-48.

*Петриченко М.Р.*

## ПРОСТЕЙШЕЕ РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ТИПА ЧЕЙЗИ (J.CHEZY)

ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский  
политехнический университет Петра Великого  
СПб, Политехническая, 29.

### PRIMITIVE SOLUTION TO M. CHEZY DIFFERENTIAL EQUATION

M.R. Petrichenko

SPb State Polytechnic University

Peter of Great

**АННОТАЦИЯ.** Существует полиномиальное решение однородной предельной задачи для уравнения типа Чейзи, стилизующее вязко-гравитационные движения.

**Ключевые слова.** предельная задача для оду, вязко-гравитационное движение, экстремальное условие.

1. Уравнение типа Чейзи (Chezy) [1] возникает, например, в предельной задаче для уравнения импульсов при свободной конвекции:

$$y'''' + 3yy'' - 2y'^2 + \beta y' = 0, y(0) = y''(0) = y(\infty) = 0 \quad (1)$$

где  $D(y) = (x: x \in (0, \infty))$ ,  $R(y) = (y: y \in (0, y_0))$ , штрих означает производную по  $x$ . В задачах свободной конвекции  $y(x)$  – функция тока,  $x$  – поперечная координата,  $y' := dy/dx$  – безразмерная скорость,  $\beta > 0$  – постоянная [2]. В такой постановке предполагается, что дифференциальное уравнение теплопередачи (диффузии) заменяется голономным условием:

$$\theta := \beta y'.$$

Иначе, концентрация консервативной примеси  $\theta$  прямо пропорциональна скорости течения.

Недавно В.П. Вариным указана связь уравнения Чейзи с гипергеометрическим уравнением и обнаружена группа преобразований, сводящая уравнение (1) к гипергеометрическому уравнению [2]. Эта работа мотивировала меня на формальный поиск простейших частных решений уравнения типа Чейзи в виде полиномов невысоких степеней. Задача не безнадежна: во введении к главе 14 Современного анализа Уиттекера-Ватсона, ч.2, приводятся «элементарные» целые функции, представимые рядами Куммера (с.65, М., ГТТИ, 1934). Некоторые результаты подобного рода можно найти в работе Ю.А. Соковишина в связи с решением задач вязко-гравитационной конвекции [3, 4].

Предельная задача (1) квазилинейная: старшая производная не нагружена нелинейным множителем. Единственное неудобство – некомпактность  $D(y) = (x: x \in (0, \infty))$ . Понижением порядка

$$u := dy/dx = u(y),$$

сводим (1) к предельной задаче второго порядка на компакте:

$$d/dy(udu/dy) + 3ydu/dy - 2u + \beta = 0, (du/dy)_{y=0} = u(y_0) = 0. \quad (2)$$

В предельной задаче (2) можно заменить исходные двухточечные предельные условия на условия Коши в точке  $y=0$ :

$$u(0) - u_0 = (du/dy)_{y=0} = 0. \quad (2_1)$$

Тогда предельная задача (2) равносильна задаче Коши для системы второго порядка:

$$du/dy = v, dv/dy = (-\beta + 2u - 3yv - v^2)/u, \quad (3)$$

$$v(0) = u(0) - u_0 = 0,$$

$$u = 3\beta/10 - 2/3y^2 = u_0 \left( 1 - \bar{y}^2 \right), u_0 = 3\beta/10, \quad \bar{y} := y/y_0, y_0 = 3\sqrt{\beta}/\sqrt{20}. \quad (4)$$

В силу (4):

$$y = y_0 \text{th}(xu_0/y_0), \quad (4_1)$$

и, тогда

$$u/u_0 = \text{sech}^2(xu_0/y_0). \quad (4_2)$$

$$\theta'' + 3\sigma y \theta' = 0, \mathcal{D}(\theta) = (x : 0 < x < \infty), \mathcal{I}(\theta) = (0,1), \theta(0) - 1 = \theta(\infty) = 0. \quad (5)$$

Тогда:

$$d\theta/dx = C(\text{sech}(xu_0/y_0))^{3\sigma y_0^2/u_0},$$

$$\theta(x) = 1 - \frac{I_m(xu_0/y_0)}{I_m(\infty)}.$$

$$I_m(X) := \int_0^X dt / (\text{cht})^m, \text{secht} = z \in (\text{sech}X, 1), t = \text{arsh}(1/z), dt = -\frac{dz}{z\sqrt{1-z^2}},$$

$$I_m(X) = \int_{\text{sech}X}^1 \frac{z^{m-1} dz}{\sqrt{1-z^2}} = 1/2 \int_{\text{sech}^2 X}^1 \frac{z^{m/2-1}}{\sqrt{1-z}} dz = 1/2 B_s(m/2, 1/2),$$

где  $B_s(a,b)$  – неполная  $\beta$ -функция (Барнса),  $s := \text{sech}^2 X$ . Итак:

$$\theta(X) = 1 - \frac{B_{\text{sech}^2 X}(9\sigma/4, 1/2)}{B(9\sigma/4, 1/2)}, X := xu_0/y_0, \quad (6)$$

2. Еще проще разбирается случай, когда уравнение Чейзи имеет вид:

$$y''' + 3yy'' - (2 - \beta)y'^2 = 0. \quad (7)$$

Иначе, концентрация консервативной примеси  $\theta$  прямо пропорциональна квадрату скорости течения

Ищем решение уравнения (7), такое, что  $y(0)=y''(0)=y'(0)=0$ , в виде квадратного бинома:

$$u(y) := dy/dx = u_0 - 3/2y^2. \quad (8)$$

Тогда  $\beta=5, u_0=(1/\beta)^{1/2}$ . Тогда:

$$\theta = (1 - Y^2)^2, Y := y/y_0. \quad (9)$$

Так же, как и в пункте 1, получаем:

причем точка  $(u_0,0)$  – регулярная.

Равносильная «траекторная» задача Коши:

$$du/dv = \frac{uv}{-\beta + 2u - 3yv - v^2}, \quad (3_1)$$

$$u(0) = u_0.$$

Следовательно, через точку  $(u_0,0)$  проходит единственное решение задачи Коши (3) или (3<sub>1</sub>): правые части системы (3) и уравнения (3<sub>1</sub>) в окрестности точки  $(0, u_0)$  ограничены и удовлетворяют условию Липшица. Поэтому существует единственное решение задачи (3<sub>1</sub>). Оно имеет вид:

Значит,

$$\theta = \text{sech}^2(xu_0/y_0). \quad (4_3)$$

Далее, рассмотрим предельную задачу для переноса пассивной и консервативной примеси с концентрацией  $\theta=\theta(x)$ :

Легко подсчитать, что в данном случае

$$y_0^2 = 9\beta/20, u_0 = 3\beta/10,$$

$$3\sigma y_0^2/u_0 = 9\sigma/2.$$

Вспомогательные вычисления. Рассмотрим

$$Y = \text{th}(xu_0/u_0),$$

$$u = u_0 \text{sech}^2(xu_0/y_0), \quad (4_4)$$

$$\theta = \text{sech}^4(xu_0/y_0).$$

Дифференциальное уравнение энергии в данном случае решается так же, как и в пункте 1. Отличаются только показатели степени у гиперболического косинуса.

Сравним средние по  $Y$  (по расходу) значения концентрации. В пункте 1:

$$\theta_m = 1/2;$$

в пункте 2:

$$\theta_m = 8/15,$$

т.е. практически одно и то же.

3. В условиях, когда

$$\theta = \beta u^2, \beta = 5,$$

уравнение (7) допускает интеграл:

$$du/dy + 3y = 0.$$

Тогда:

$$du/dy = v, dv/dy = -3,$$

суть каноническая система. Ее гамильтониан:

$$\mathcal{E}(u, v) = v^2/2 + 3u, \quad (10)$$

сохраняет постоянное значение на траекториях системы. Значит, существует «интеграл энергии» - аналог интеграла Бернулли для вязко-гравитационного движения:

$$v^2/2 = 3(u_0 - u). \quad (10_1)$$

$$\mathcal{Q}(u) = \int_0^{y_0} \left( \frac{1}{2} (du/dy)^2 - 3u \right) dy = \int_0^\infty y' dx \left( 1/2 (y''/y')^2 - 3y' \right) \rightarrow \inf \geq 0$$

Такое экстремальное условие неизвестно для задач свободной конвекции.

В силу известного неравенства:

$$\int_0^{y_0} (du/dy)^2 dy \geq y_0 u_0^2,$$

откуда, используя вторую теорему о среднем [5], сразу же получаем оценку для скорости в точке  $x=0$ :

$$1/2 y_0 u_0^2 - 3 u_0 y_0 \rightarrow \inf \geq 0, u_0/6 - \vartheta \geq 0$$

Здесь  $\vartheta$  - правильная дробь,  $0 < \vartheta < 1$ .

#### Цитируемая литература

[1]. J. Chazy, Sur les equations differentielles dont l'integrale generale est uniforme et admet des singularites

Интеграл (10<sub>1</sub>) можно записать в привычных гидродинамических обозначениях:

$$\tau^2/2 = 3u^2(u_0 - u), \tau := du/dx = d^2y/dx^2, \quad (10_2)$$

причем  $\tau$  интерпретируется как напряжение трения.

Двойственная функция задает плотность лагранжиана:

$$\mathcal{L} = 1/2 (du/dy)^2 - 3u,$$

и действие

essentiels mobiles, C.R. Acad. Sc. Paris, 149 (1909), pp. 563-565;

[2]. Varin V.P. Special solutions to Chazy equation, [http://keldysh.ru/papers/2015/prep2015\\_43\\_eng.pdf](http://keldysh.ru/papers/2015/prep2015_43_eng.pdf).

(Препринты ИПМ им. Келдыша, №43, 2015, 39 с.);

[3]. Мартыненко О.Г., Коровкин В.Н., Соковишин Ю.А., Теория ламинарных вязких струй (под ред. В.И. Солоухина), Минск, Наука и техника, 1985, 286 с.;

[4]. Коровкин В.Н., Свободно-конвективный теплообмен в вертикальных закрученных струях и следах, автореферат диссерт. к.т.н., 05.14.05, Л., ЛПИ, 14 с.;

[5]. Уиттекер Е.Т., Ватсон Дж.Н. Курс современного анализа, ч.1., М-Л, ГТТИ, 1933, с. 87-89.

*Хускивадзе Амиран Пименович*

## НОРМАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СЛОЖНОЙ ЦЕЛОСТНОЙ СИСТЕМЫ

*Россия, Воронежская обл., г. Семилуки*

### NORMAL STATE OF THE COMPLEX INTEGRAL SYSTEMS

*By Khuskivadze Amiran Pimenovich*

#### АННОТАЦИЯ

*В статье показано, что общепринятое понятие нормального состояния является частным случаем понятия «Нормальное состояние целостной системы». Приведены способы количественного определения индивидуальных и общих естественных глобальных оптимумов объектов управления по фактическим результатам обследования этих объектов. Статья представляет интерес для специалистов, работающих на стыке наук и для специалистов, занятых созданием автоматизированных систем управления, искусственного интеллекта и роботов.*

#### ABSTRACT

*In this article it is shown that the common concept of normal state is a particular case of the concept "Normal state of the integral system". It reduced methods for determination individual and common natural global optimums of the management objects by factual results of the investigation of these objects.*

*This article will be of interest for specialists who work in multidisciplinary research. It also is interesting for specialists in artificial intelligence and robotics.*

*Ключевые слова: принятие решения, многокритериальная оптимизация, естественный глобальный оптимум, эталонный измерительный прибор, часть и целое, сложная система, синергетика*

*Key words: decision-making, multicriterial optimization, natural global optimum, standard measuring tool, part and whole, complex system, synergetic*

### Введение

Важнейшая составляющая проблемы принятия обоснованных решений –

проблема оптимизации взаимоотношений между сложными системами и их

частями. “As a discipline, complex systems – пишет У. Бар-Уам - is a new field of science studying how parts of system and their relationships give rise to the collective behaviors of the system, and how the system interrelates with its environment” [1, с. 1]. Эта область науки еще в середине семидесятых годов прошлого столетия была названа синергетикой [2]. Слово «синергетика» означает «совместное

действие». Оно введено, чтобы подчеркнуть, что части каждой системы

функционируют вполне согласованно. Эта согласованность находит отражение в поведении системы как целого [3].

Тот факт, что решения принимаются всюду, как в живой, так и неживой

природе, в общем – то в настоящее время признается научным сообществом.

Говорят, например, о целенаправленном поведении животных [4], о принятии

решения компьютером [5 с.15] и т.д. Однако когда речь идет о принятии

решений, как правило, имеют в виду **принятие решения человеком**. Это

основное и самое успешно развиваемое направление современной теории

принятия решений [5, 6, 7, 8, 9].

Общий вид современных оптимизационных моделей принятия решений таков [8, с. 28]:

$$F(X) \rightarrow \max; X \in A,$$

где

$F(X)$  – целевая функция;

$X$  – управляющий параметр;

$A$  – область допустимых значений  $X$

Управляющий параметр может иметь различную природу; он может быть числом, вектором, множеством и т.д.

В настоящее время особенно важные результаты получены в области решения многокритериальной задачи линейного программирования. Эта задача часто встречается, например, в экономических расчетах для минимизации издержек, финансовых рисков, максимизации прибыли и т.д. [10, с. 214].

Ставится задача линейного программирования так [5, с. 71].

Даны:

1. Область  $D$  допустимых значений переменных, определяемая совокупностью линейных равенств и неравенств;

2. Величины

$$C_i; i = 1..N,$$

которые служат критериями оценки качества решения,

где

$N$  – число частных критериев:  $N \geq 2$

Каждый из критериев **линейно** связан с переменными:

$$C_i = \sum_{j=1}^n C_{ij} y_j,$$

где

$n$  – число переменных ( $j = 1..n$ );

$C_{ij}$  – весовые коэффициенты

Требуется: найти решение  $X$  в области  $D$ , при котором достигаются наиболее приемлемые значения по всем критериям.

В настоящее время эту задачу решают с применением **человеко–машинных процедур** (ЧМП) [6, 7], которые выполняют в следующей последовательности.

Этап 1. Производят нормирование частных критериев и определяют диапазон их изменения от 0 до 1 по формуле:

$$c_i = \frac{C_i - C_{imin}}{C_{imax} - C_{imin}}; i = 1..N,$$

где

$C_{imin}$  – минимально возможное значение  $C_i$ ;

$C_{imax}$  – максимально возможное значение  $C_i$

Этап 2. Вводят так называемые весовые коэффициенты важности критериев и устанавливают один глобальный критерий по формуле:

$$C = \sum_{i=1}^N w_i c_i,$$

где

$w_i$  – вес критерия  $c_i$

Этап 3. С помощью компьютера обрабатывается вся совокупность данных.

Этап 4. По полученным результатам расчета делают выводы и предъявляют их лицу, принимающему решения (ЛПР).

Если ЛПР одобряет все эти выводы, то считают, что задача решена.

В противном случае делаются уточнения критериев в соответствии с замечаниями ЛПР. И задача решается на компьютере заново.

Как видно, ЧМП – важнейшая составляющая современных методов многокритериальной оптимизации! Ввиду этого полученные решения всегда являются субъективными. Тем не менее, многие из этих решений очень часто являются **успешными!** Точнее, они являются успешными с точки зрения достижения **определенных - корпоративных и других - частных целей**, т.е. целей, стоящих перед некоторыми **частями** целостной системы. Но они далеко не всегда являются успешными с точки зрения достижения цели, которая стоит перед **самой целостной системой**. Отсюда проблемы с экологией, противостояние между различными группами людей, войны между странами и т.д.

Решение  $X_0 \subset D$ , найденное нами, является приемлемым с точки зрения достижения общей цели, стоящей перед всеми частями целого и самого целого.

Математическое обоснование решения  $X_0$  изложено в [11]. Новое обоснование, приведенное ниже, отличается простотой и наглядностью.

### 1. Естественная задача многокритериальной оптимизации

Пусть

$$s = 1..N; 2 \leq N < \alpha(1)$$

- изучаемое множество объектов управления, а

$$Y(s) = \{y_j(s); j = 1..n(s)\}; s = 1..N, (2)$$

- множество скалярных величин, количественно измеряемых у

объектов управления (1),

где

$n(s)$  - объем  $Y(s)$ :

$$1 \leq n(s) < \infty; s = 1..N \quad (3)$$

Обозначим

$$Y = \bigcup_s^N Y(s)$$

Вообще

$$n(s) = n \text{ при } Y(s) = Y \text{ и } n(s) < n \text{ при } Y(s) \subset Y,$$

где

$n$  – объем  $Y$ .

Отсюда и из (2) при  $Y(s) = Y$  получаем

$$Y = \{y_j; j = 1..n\},$$

где

$y_j$  – скалярная величина, такая что

$$y_j \in Y(s) \Leftrightarrow y_j = y_j(s); s = 1..N$$

Согласно (1), (2) и (3) имеют место:

$$2 \leq n < \infty \text{ и } 2 \leq \sum_{s=1}^N k_j(s) < \infty, \quad (4)$$

где

$$k_j(s) = 1, \text{ если } y_j \in Y(s)$$

и  $j = 1..n; s = 1..N$

$$k(s) = 0, \text{ если } y_j \notin Y(s),$$

Пусть

$$B_j(s) = \{b_{j\lambda}(s); \lambda = 1..N_j(s)\}; j = 1..n(s); s = 1..N$$

- результаты измерения величин (2) у объектов

управления (1),

где

$$N_j(s) \text{ – объем } B_j(s)$$

Совокупность данных

$$B = \{B_j(s); j = 1..n(s); s = 1..N\}$$

можно установить как путем сплошного, так и путем выборочного обследования объектов управления (1). Общий случай, когда заранее не оговорен способ сбора данных  $B$ , рассмотрен в наших работах [11, 12]. А ниже мы будем полагать, что совокупность данных  $B$  собрана путем сплошного обследования объектов управления (1). Тогда можно полагать, что

$$1 \leq N_j(s) < \infty \quad (5)$$

Обозначим

$$M_j(s) = \frac{1}{N_j(s)} \sum_{\lambda=1}^{N_j(s)} b_{j\lambda}(s)$$

и  $j = 1..n(s); s = 1..N$

$$S_j(s) = \sqrt{\frac{1}{N_j(s)} \sum_{\lambda=1}^{N_j(s)} (b_{j\lambda}(s) - M_j(s))^2}$$

Положим, что

$$P^* \geq P_0^* \geq 0.95,$$

где

$P^*$  -вероятность достоверности совокупности

данных

$$M_j(s), S_j(s) \text{ и } N_j(s); j = 1..n(s); s = 1..N \quad (6)$$

$P_0^*$  – заданное значение  $P^*$

Пусть, множество объектов управления (1) такое, что выполняются следующие условия.

1. Имеют место

$$0 < M_j(s) < \infty \text{ и } 0 < S_j(s) < \infty; j = 1..n(s); s = 1..N$$

(7)

2. Существуют величины

$$M_{j0}; j = 1..n \quad (8)$$

такие, что

$$0 < M_{j0} < \infty; j = 1..n \quad (9)$$

3. Справедлива зависимость

$$M_j(s) = M_{j0} \Leftrightarrow M_i(s) = M_{i0} \text{ для всех } j, i = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N \quad (10)$$

В том случае, когда выполняется условие (10), цели

$$M_j(s) \rightarrow M_{j0}; j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N$$

могут быть достигнуты **совместно и только совместно**.

В итоге, перед всеми объектами управления, которые связаны между собой зависимостью (10), будет стоять **общая цель**

$$M_j(s) \rightarrow M_{j0} \text{ для всех } j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N \quad (11)$$

Это та цель, ради достижения которой все объекты управления (1) вынуждены действовать согласованно.

Определение 1.

Пусть, совокупность величин (8) существует и, следовательно, зависимость (10) является справедливой.

Тогда и только тогда с вероятностью  $P^* \geq P_0^*$  можно утверждать, что

существует **целостная система S** такая, что выполняются следующие условия.

1. Величины

$$y_j; j = 1..n \quad (12)$$

служат **функциональными элементами** системы  $S$ , а объекты

управления (1) являются ее **анатомическими элементами**.

2. Величины

$$y_j(s); j = 1..n(s); s = 1..N \quad (13)$$

являются **первичными показателями качества функционирования**

анатомических элементов системы  $S$ .

3. Совокупность данных (6) служит статистической характеристикой

**фактического состояния** системы  $S$ .

Совокупность функциональных элементов (12) представляет собой

**функциональное назначение** системы  $S$ . А совокупности (13) представляют собой функциональные назначения анатомических элементов системы  $S$ .

О величинах (8) говорят, что они являются **общими естественными**

**глобальными оптимумами** первичных показателей качества

функционирования анатомических элементов целостной системы  $S$  и пишут:

$$X_0 = \{M_{j0}; j = 1..n\}$$

Можно показать, что условие

$$M_j(s) = M_{j0} \text{ для всех } j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N \quad (14)$$

является практически невыполнимым.

В самом деле, если будет выполнено условие (14), то цель (11) будет достигнута. Следовательно, отпадет необходимость объединения объектов управления (1) в одно целое. В итоге, целостная система  $S$  распадется. Тем не менее, задача определения  $X_0$ , как увидим ниже, непременно стоит перед каждой целостной системой, как живой, так и неживой природы. Она является **естественной задачей многокритериальной оптимизации**.

**2. Решение естественной задачи многокритериальной**

**оптимизации**

Обозначим

$$M_j = \frac{1}{N_j} \sum_{s=1}^N k_j(s) M_j(s); j = 1..n$$

и (15)

$$S_j = \frac{1}{N_j} \sum_{s=1}^N k_j(s) S_j(s); j = 1..n,$$

где

$$N_j = \sum_{s=1}^N k_j(s) N_j(s); j = 1..n$$

Согласно (4), (5), (6) и (14) имеет место

$$0 < S_j < \infty; 0 < M_j < \infty \text{ и } 2 \leq N_j < \infty, j = 1..n$$

Пусть

$$0 < S_{j0} < \infty; j = 1..n \quad (16)$$

–значения

$$S_j; j = 1..n \quad (17)$$

такие, что

$$S_j = S_{j0} \text{ при } M_j = M_{j0} \text{ и } S_j \geq S_{j0} \text{ при } M_j \neq M_{j0}; j = 1..n \quad (18)$$

Если имеет место

$$\frac{S_{j0}}{M_j} = 1 - h \text{ для всех } j = 1..n, \quad (19)$$

то говорят, что внутренняя среда существования системы  $S$  является **здоровой**. О величине  $h$  говорят, что она является **мерой внутренней гармонии** системы  $S$  [11 с. 98].

Пусть  $h_0$  – значение  $h$  такое, что

$$h = h_0 \text{ при } M_j = M_{j0} \text{ для всех } j = 1..n$$

и

 $h < h_0$  – во всех других случаях

Как видно,  $h_0$  является максимально возможным значением  $h$  для системы  $S$  в момент ее обследования.

Для  $h_0$ , согласно (19), имеет место

$$\frac{S_{j0}}{M_{j0}} = 1 - h_0; j = 1..n \quad (20)$$

Вообще

$$0 < h \leq h_0 < 1 \quad (21)$$

Обозначим

$$h_j(s) = 1 - \frac{S_{j0}}{M_j(s)}; j = 1..n(s); s = 1..N \quad (22)$$

О величине  $h_j(s)$  говорят, что она является **мерой внутренней гармонии  $j$ -го функционального элемента  $s$ -го ОУ**.

Можно показать, что вообще [11, с.133]:

$$h_0 \geq h_j(s) > 0; j = 1..n(s); s = 1..N \quad (23)$$

Обозначим

$$h_{\min} = \min\{h_j(s); j = 1..n(s); s = 1..N\} = \min\{(h(s))^{k_j(s)}; j = 1..n; s = 1..N\} = \min\{h_{j\min}; j = 1..n\} \quad (24)$$

и

$$h_{\max} = \max\{h_j(s); j = 1..n(s); s = 1..N\} = \max\{k_j(s) h_j(s); j = 1..n; s = 1..N\} = \max\{h_{j\max}; j = 1..n\}, \quad (25)$$

где

$$h_{j\min} = \min\{(h_j(s))^{k_j(s)}; s = 1..N\}; j = 1..n \quad (26)$$

и

$$h_{j\max} = \max\{k_j(s) h_j(s); s = 1..N\}; j = 1..n \quad (27)$$

Теперь можно показать, что если

$$M_{j0} = \frac{1}{1-h_{j\min}} S_{j0}; j = 1..n, \quad (28)$$

то условие (10) будет выполняться всегда.

В самом деле, согласно (23), (26) и (27), вообще

$$h_{j\min} \leq h_{j\max} = h_0; j = 1..n, \quad (29)$$

А согласно (20) и (28) имеет место

$$h_{j\min} = h_0; j = 1..n \quad (30)$$

Отсюда и из (29) получаем

$$h_{j\min} = h_{j\max}; j = 1..n$$

и, следовательно,

$$\{h_{j\min}; j = 1..n\} = \{h_{j\max}; j = 1..n\} \quad (31)$$

С учетом (31) из (24), (25) и (29) находим

$$h_{\min} = h_{\max} = h_0; j = 1..n$$

т.е. вообще

$$h_j(s) = h_i(s) = h_0 \text{ для всех } j, i = 1..n(s); s = 1..N$$

или

$$h_j(s) = h_0 \Leftrightarrow h_i(s) = h_0 \text{ для всех } j, i = 1..n(s); s = 1..N \quad (32)$$

Из (20), (22) и (32) имеем

$$M_j(s) = M_{j0} \Leftrightarrow M_i(s) = M_{i0} \text{ для всех } j, i = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N,$$

т.е. получаем (10), что и требовалось доказать.

Как видно, выше приведено доказательство условия достаточности. Доказать условия необходимости нам пока не удалось.

Настоящее доказательство впервые было приведено в [13].

### 3. Эталонные измерительные приборы анатомических элементов целостной системы

#### целостной системы

Проблема измерения издавна привлекает внимание научного сообщества

[14, 15]. Ниже эта проблема рассматривается с позиции синергетики.

В теории ошибок точность измерений принято характеризовать с помощью среднеквадратического отклонения случайных ошибок измерений [16, с. 223].

В системе  $S$  непосредственному измерению подлежат величины (13). Их случайными ошибками измерений служат среднеквадратические отклонения

$$S_j(s); j = 1..n(s); s = 1..N, \quad (33)$$

Далее будем говорить, что величины (33) являются **фактическими абсолютными ошибками** измерительных приборов анатомических элементов системы  $S$ .

Определение 2

Пусть

$$S_j(s) = S_{j0} \text{ для всех } j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N \quad (34)$$

Тогда и только тогда говорят, что в системе  $S$  в момент ее обследования выполняется **условие равноточности измерений**.

Выполнение условия равноточности измерений является естественным требованием [17]; в противном случае речь не может идти о **взаимно сопоставимости** величин

$$M_j(s); s = 1..N; j = j_0; j_0 = 1..n \quad (35)$$

Об измерительных приборах, для которых условие (34) выполняется, говорят, что они являются **эталонными** измерительными приборам анатомических элементов системы  $S$ .

Обозначим

$$n_0 = \sum_{s=1}^N k_j(s)$$

Согласно (4) имеет место

$$2 \leq n_0 < \infty$$

Если  $n_0 = 2$ , то система  $S$  является **простейшей**.

Во всех других случаях она является тем сложнее, чем больше  $n_0$  [11, с. 111].

Можно показать, что в случаях, когда решение принимается на уровне сложной системы  $S$ , всегда полагают, что оперируют именно эталонными измерительными приборами.

В самом деле, во время принятия решения на уровне сложной системы  $S$ , всегда оперируют среднеарифметическими величинами

$$M_j; j = 1..n$$

Следовательно, оперируют и суммами

$$\sum_{s=1}^N M_j(s); j = 1..n$$

А эти суммы, как указывалось выше, имеют смысл тогда и только тогда, когда

для каждого  $j$  ( $j = 1..n$ ) величины (35) являются

взаимно сопоставимыми. А

взаимно сопоставимыми, как мы знаем, могут быть только величины, установленные равноточными измерительными приборами.

В итоге, оперируя вышеуказанными суммами, тем самым, по сути дела,

допускают, что каждая совокупность величин

(35) представляет собой

результаты равноточных измерений. Иными

словами, полагают, что оперируют эталонными измерительными приборами.

Итак, в случаях, когда решение принимается по усредненным данным, всегда полагают, что соответствующие измерения выполнены с применением эталонных измерительных приборов. А в сложных системах решения принимается именно по усредненным данным. Следовательно, в сложных системах всегда оперируют именно эталонными измерительными приборами.

Можно показать, что

$$S_{j0} = S_j; j = 1..n \quad (36)$$

В самом деле, согласно (34), имеет место

$$S_j(s) = S_{j0}; j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N$$

или, с учетом (4),

$$k_j(s) S_j(s) = k_j(s) S_{j0}; j = 1..n \text{ и } s = 1..N \quad (37)$$

Суммируя обе стороны равенства (37) по всему  $s = 1..N$ , получим

$$\sum_{s=1}^N k_j(s) S_j(s) = S_{j0} \sum_{s=1}^N k_j(s); j = 1..n$$

Отсюда

$$S_{j0} = \frac{1}{\sum_{s=1}^N k_j(s)} \sum_{s=1}^N k_j(s) S_j(s); j = 1..n, \quad (38)$$

Из (15) и (38) имеем

$$S_{j0} = S_j; j = 1..n$$

т.е. получаем (36).

Как видно, в качестве эталонных измерительных приборов всегда служат **типичные представители** измерительных приборов, существующих в системе  $S$  в момент ее обследования.

Впервые формула (38) была применена в [18].

**4. Индивидуальные естественные глобальные оптимумы**

Обозначим

$A = \{M_j(s); j = 1..n(s); s = 1..N\}$  и  $A(G) = \{M_j(s,G); j = 1..n(s); s = 1..N\}$ ,

где

$M_j(s,G)$  – истинное значение  $M_j(s)$

Если при установлении  $A$  не были бы допущены ошибки, то имело бы место

$$A = A(G) \quad (39)$$

и, в конечном счете,

$$P = 1,$$

где

$$P = \text{Вероятность } (A = A(G))$$

О величине  $P$  говорят, что она является **вероятностью фактического познания истины** в системе  $S$  в момент ее обследования.

Условие (39) в действительности, однако, невыполнимо. Ввиду этого

цель

$$P \rightarrow 1$$

является нереализуемой. Реализуемой является только цель

$$P \rightarrow P_0,$$

где

$P_0$  – максимально возможное значение  $P$  в момент обследования системы  $S$

Следовательно, решение, принимаемое при  $P = P_0$ , будет самым лучшим возможным, т.е. наиболее обоснованным решением.

Принимая во внимание вышесказанное, далее о величине  $P$  мы будем говорить, что она является **вероятностью принятия обоснованных решений** в системе  $S$  в момент ее обследования.

Вообще, можно показать, что

$$0.5 \leq P \leq P_0 \leq P^* < 1 \quad (40)$$

Обозначим

$$\Delta_j = (1 - P) M_{j0}; j = 1..n$$

О величине  $\Delta_j$  говорят, что она является **системной единицей измерения** величины  $u_j$  в момент обследования системы  $S$  [11, с 154].

Пусть  $\Delta_{j0}$  – значение  $\Delta_j$  такое, что

$$\Delta_j = \Delta_{j0} \text{ при } P = P_0,$$

т.е. вообще, имеет место

$$\Delta_{j0} = (1 - P_0) M_{j0}; j = 1..n \quad (41)$$

Обозначим

$$M_{j0}(s) = M_j(s) \text{ при } M_j(s) \in A_{j0}$$

и  $j = 1..n(s); s = 1..N$  (42)

$$M_{j0}(s) = M_{j0} \text{ при } M_j(s) \notin A_{j0},$$

где

$$A_{j0} = [M_{j0} - \Delta_{j0}, M_{j0} + \Delta_{j0}]$$

О величинах

$$M_{j0}(s); j = 1..n(s); s = 1..N$$

говорят, что они являются **индивидуальными естественными глобальными оптимумами** первичных показателей анатомических элементов системы  $S$ .

Индивидуальным естественным глобальным оптимумом является, например, температура тела живого организма в **норме**.

Как видно, для того, чтобы установить индивидуальные естественные глобальные оптимумы, в первую очередь, нам необходимо найти общие естественные глобальные оптимумы.

**5. Нормальное состояние целостной системы**

Условие

$$M_j(s) = M_{j0}(s) \text{ для всех } j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N, \quad (43)$$

в отличие от условия (14), является практически вполне выполнимым. Тем более выполнимым является условие

$$|M_j(s) - M_{j0}(s)| < \Delta_{j0} \text{ для всех } j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N, \quad (44)$$

Каков смысл зависимости (44)?

Пусть



$$N = 1$$

и, следовательно,

$$M_j(s) = M_j \text{ и } M_{j0}(s) = M_{j0}; j = 1..n \quad (45)$$

Обозначим

$$B_j^* = B_{j1} + B_{j0}; j = 1..n,$$

где

$B_{j1}$  – выборка результатов обследования фактического состояния изучаемого ОУ;

$B_{j0}$  – выборка результатов обследования того же ОУ в нормальном состоянии.

Пусть

$$P = P_0 = P^* \geq 0.95 \quad (46)$$

и при этом

$$\Delta_j^* = \Delta_{j0}; j = 1..n \quad (47)$$

где

$\Delta_j^*$  - ошибка выборки  $B_j^*$ .

Из (44), (45), (46) и (47) получаем

$$|M_j - M_{j0}| < \Delta_j^* \text{ для всех } j = 1..n \quad (48)$$

Определение 3

Пусть,  $S$  - живой организм и при этом выполняется условие (48).

Тогда и только тогда говорят, что живой организм  $S$  находится в **нормальном состоянии**.

Как видно, здесь приведено определение общепринятого понятия нормального состояния. Именно этим понятием оперируют в современных медико-биологических исследованиях [19].

Определение 4

Пусть, целостная система  $S$  в момент ее обследования такая, что выполняется условие (44).

Тогда и только тогда говорят, что целостная система  $S$  в момент ее обследования находится в **нормальном состоянии**.

Вообще, можно показать, что [11, 12]:

$$P = P_0 \Leftrightarrow |M_j(s) - M_{j0}(s)| < \Delta_{j0} \text{ для всех } j = 1..n(s) \text{ и } s = 1..N$$

Как видно, общепринятое понятие нормального состояния является частным случаем понятия «Нормальное состояние целостной системы». В частности, последнее понятие, согласно (40), имеет смысл во всей области, начиная от  $P = P_0 = 0.5$  и заканчивая до  $P = P_0 = P^* < 1$

В случаях, когда  $P < P_0$ , говорят, что целостная система  $S$  в момент ее обследования находится в **ненормальном состоянии**.

Пусть, целостная система  $S$  такая, что

$$P = 0.5 \quad (49)$$

В этом случае, как видно, состояние системы  $S$  является нормальным с той же вероятностью, с какой оно является ненормальным.

Определение 5

Пусть, целостная система  $S$  в момент ее обследования такая, что выполняется условие (49).

Тогда и только тогда говорят, что целостная система  $S$  в момент ее обследования находится в **неопределенном состоянии**.

Условие (49) выполняется в том случае, когда живой организм находится на грани жизни и смерти. Следовательно, в этом случае, состояние этого организма является неопределенным.

Можно показать, что для Вселенной в течение всего времени ее существования имеет место [11, 12]:

$$P_0 = 0.5 \quad (50)$$

В итоге, согласно(40) и (50), **условие (49) для Вселенной выполняется в течение всего времени ее существования**. Следовательно, она всегда находится в одном единственном - неопределенном – состоянии. Отсюда следует, что Вселенная является в принципе непознаваемой. Познаваемыми являются только ее отдельные – конечные – части.

### Литература

1. Y. Bar-Yam. General features of complex systems. Knowledge management, organizational intelligence and learning, and complexity – Vol. 1. – 2002, - P. 1- 9
2. Хакен Г. Синергетика. – М., - Мир.- 1980. – 404 с.
3. Данилов Ю. А., Кадемцев Б. Б. Что такое синергетика? URL: <http://www.synergetic.ru/science/chto-takoe-synergetica.html>. (Дата обращения: 19.04.2015)
4. Тимбердиев Н. Социальное поведение животных. – М.: - Мир, - 1993
5. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений: Учебник. – М.: - Логос, – 2000. – 296 с.
6. Дайер Дж. Многоцелевое программирование с использованием человеко-машинных процедур. // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М.: - Мир, - 1976
7. Ларичев О. И. Объективные модели и субъективные решения. – М.: - Наука, - 1987
8. Орлов А. И. Принятие решений. Теория и методы разработки управленческих решений: Учебное пособие. – М.: - MapT, – 2005. – 496 с. - ISBN 5-241-00629-X
9. Петровский А. Б. Методы групповой классификации многопризнаковых объектов. Часть 2. - // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2010. - № 4, - с. 3 -14
10. Кирьянов Д.В. Mathcad 13 – СПб: БХВ – Петербург, –2006. – 608 с.
11. Хускивадзе А. П. Теория целостности. Принятие решения в больших – сложных – системах. – Saarbruken, - Deutschland, –Lambert Academic Publishing, – 2014. – 304 с. - ISBN 978-3-659-52793-7
12. Хускивадзе А. П. Теория целостности. Принятие решения в больших – сложных – системах. Второе – переработанное и дополненное – электронное издание. – 2015. – 308 с. <https://drive.google.com/drive/folders/0B9H7Aernmzq7SDhwSINJQjZON28> (Свободный доступ)
13. Хускивадзе А.П. Естественная задача многокритериальной оптимизации и ее решение. Естественный глобальный оптимум. // Современные концепции научных исследований. - Ч. 13, - № 4, - М.:, - 2015. – С. 13 -16. - ISBN 2411- 6467
14. Колмогоров А.Н. Математика в ее историческом развитии. М.: - Наука. – Главная редакция физико-математической литературы. - 1961
15. Никитин В.А., Бойко С.В. Методы и средства измерений, испытаний и контроля: Уч.

пособие. – 2 –ое изд., перераб. и доп. – Оренбург. – ГОУ ОГУ, - 2004. – 462 с.- ISBN 5-7410-0692-2

16. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М. – Высш. школа, - 2002. - 479 с.

17. Большев Л.И., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. – М., -Наука, - 1983. – 416 с.

18. Хускивадзе А.П. Системный анализ качества функционирования объектов управления в реальном режиме времени и выработка рекомендации по

устранению выявленных проблем (Оптимизатор ресурсов). – М.: - ФИПС РФ. – Progr. для ЭВМ.- № 2013 619297

19. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. - М.- Медицина - 1979. – 312 с.

26.10.2015

TOSHIBA/синергетика/принятие решения/ Ст-22 -1.10.2015.docx

TOSHIBA/синергетика/принятие решения/ Ст-22 -2.10.2015.docx

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Андреев Б.И.<sup>1</sup>, Старостин Н.П.<sup>2</sup>

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО ПРОЦЕССА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРИВАРКИ ГИЛЬЗЫ К ПОЛИМЕРНЫМ АРМИРОВАННЫМ ТРУБАМ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

<sup>1</sup>Аспирант, Института проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук, г. Якутска

<sup>2</sup>Доктор технических наук, профессор Института проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук, г. Якутска

### MODELING OF THE THERMAL PROCESS AND DEFINITION OF TECHNOLOGICAL FORMS OF SLEEVE WELDING TO THE POLYMERIC REINFORCED PIPES IN CONDITION OF LOW TEMPERATURE

Boris Andreyev

Postgraduate of Institute of Oil and Gas Problems, Russian Academy of Sciences, Yakutsk

Nikolay Starostin

Ph.D. professor of Institute of Oil and Gas Problems, Russian Academy of Sciences, Yakutsk

#### АННОТАЦИЯ

Исследования показывают, что произвести сварку полиэтиленовых (ПЭ) труб нагретым инструментом при температурах воздуха ниже регламентируемых нормативными документами и получить сварное соединение, прочность которого не уступает прочности соединения, произведенного при допустимых температурах, можно путем управления тепловыми процессами. Полученные результаты позволяют предположить, что предлагаемый подход сварки при низких температурах будет эффективен и при сварке ПЭ труб соединительными деталями с закладными нагревателями.

#### ANNOTATION

Researches show that welding polyethylene (PE) pipes using heated tools at temperatures below regulated by normative documents and receiving welded connection the durability of which does not concede the durability of connection made at admissible temperatures, is possible by management of thermal processes. The received results allow supposing that offered approach of welding at low temperatures will be effective for welding PE pipes by connecting details with mortgaged heaters.

Ключевые слова: сварка; полиэтиленовые трубы; гильза; температура; тепловой процесс; температура окружающего воздуха; параметры сварки; газораспределительные сети; задача Стефана, армированные трубы.

Keywords: welding; polyethylene pipes; sleeve; temperature; thermal process; air temperature; welding parameters; gas-distributing nets; Stephan problem; reinforced pipes.

**Введение.** В настоящее время одной из актуальных задач нефтегазовой отрасли является всестороннее изучение возможности использования армированных полимерных труб (АПТ) в газораспределительных сетях [1-4]. АПТ состоит из трех слоев: внутреннего и внешнего из полиэтилена и промежуточного – армирующего, полученного намоткой арамидными нитями. При сварке таких труб необходимо обеспечить защиту нитей от воздействия агрессивных сред. В данной работе рассматривается один из способов сварки, при которой защита армирующих нитей осуществляется путем приварки на концы АПТ специальных сварочных гильз с закладными нагревателями и последующей муфтовой сварке труб.

Согласно нормативным документам сварку полиэтиленовых труб для газопроводов можно проводить при температурах окружающего воздуха (ОВ) от -15 С до 45 °С [5]. При более низких температурах ОВ сварочные работы рекомендуется

выполнять в отапливаемых помещениях (укрытиях), обеспечивающих соблюдение заданного температурного интервала. Актуальной проблемой является разработка методов и средства оперативной сварки АПТ в регионах с холодным климатом, где температуры ОВ достигают значений ниже минус 15 °С.

В работе [6] предложен способ сварки полиэтиленовых труб при температурах ниже нормативных. При низких температурах ОВ технологические режимы, обеспечивающие такую же динамику температурного поля, что и при допустимых температурах ОВ, определяются на основе математического моделирования теплового процесса сварки [7-8]. Для определения технологических параметров приварки гильз при температурах ниже нормативных также привлечем методы математического моделирования.

**Постановка задачи.** На рис. 1 представлена расчетная схема стенки трубы с гильзой. Не теряя

общности, будем считать, что гильза и основной материал трубы изготовлены из одного и того же материала. Предполагается, что распределение

температуры в трубе и гильзе однородно по окружности, воздух внутри трубы неподвижен. Математическая задача ставится следующим образом.

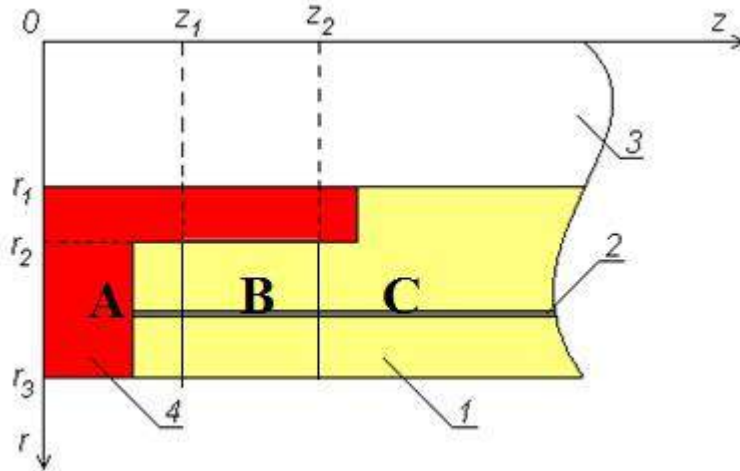


Рисунок 1. Расчетная схема трубы с гильзой: 1 – стенка трубы; 2 – армирующий слой; 3 – воздух внутри трубы; 4 – сварочная гильза, зона А, В, С.

Область  $\Omega$ , занятая гильзой и отрезком трубы, в момент времени  $t > 0$  разбивается некоторой гладкой поверхностью  $\Gamma(t)$ , подлежащей определению, на две подобласти  $\Omega^+(t)$  и  $\Omega^-(t)$ , занятые соответственно жидкой и твердой фазами материала трубы и гильзы. В каждой из областей  $\Omega^+(t)$  и  $\Omega^-(t)$  температура  $T(r, z, t)$  удовлетворяет двумерному уравнению теплопроводности в цилиндрических координатах:

$$c_i(T)\rho_i(T)\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\lambda_i(T)\frac{\partial T}{\partial r}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\lambda_i(T)\frac{\partial T}{\partial z}\right) \quad (1)$$

$$0 < t \leq t_m, \quad 0 < r < r_1, \quad r_1 < r < r_2, \quad r_2 < r < r_3, \quad 0 < z < l,$$

Нагревательный элемент рассматривается как сосредоточенный источник тепла:

$$\lambda_i(T)\frac{\partial T}{\partial r}\Big|_{r_M-0} - \lambda_i(T)\frac{\partial T}{\partial r}\Big|_{r_M+0} = Q(t), \quad z_1 \leq z \leq z_2, \quad (2)$$

$$T\Big|_{r_M-0} = T\Big|_{r_M+0}, \quad z_1 \leq z \leq z_2. \quad (3)$$

Распределение температуры в трубе и гильзе в начальный момент времени однородно, температура стенки равна температуре окружающего воздуха  $T_0$ :

$$T(r, z, 0) = T_0. \quad (4)$$

На границе трубы и гильзы задается условие идеального теплового контакта:

$$\lambda_i(T)\frac{\partial T}{\partial r}\Big|_{r_2-0} = \lambda_i(T)\frac{\partial T}{\partial r}\Big|_{r_2+0}, \quad (5)$$

$$T(r_2 - 0, z, t) = T(r_2 + 0, z, t). \quad (6)$$

На левой границе гильзы при  $z = 0$  задается конвективный теплообмен с окружающим воздухом:

$$\lambda_i(T)\frac{\partial T}{\partial z}\Big|_{z=0} = -\alpha(T\Big|_{z=0} - T_0), \quad (7)$$

Учитывая низкую теплопроводность полиэтилена, примем, что на некотором удалении от зоны сварки температура трубы не изменяется на протяжении всего времени протекания процесса. Таким образом, на другом торце трубы задается условие:

$$T(r, l, t) = T_0. \quad (8)$$

На внутренней поверхности трубы и гильзы задается условие:

$$\lambda_3\frac{\partial T}{\partial r}\Big|_{r=r_1-0} = \lambda_2\frac{\partial T}{\partial r}\Big|_{r=r_1+0}$$

$$T(r_1 - 0, z, t) = T(r_1 + 0, z, t). \quad (9)$$

На внешней поверхности трубы происходит конвективный теплообмен с окружающим воздухом:

$$\lambda_i(T)\frac{\partial T}{\partial r}\Big|_{r=r_3} = -\alpha(T\Big|_{r=r_3} - T_0). \quad (10)$$

При  $r = 0$  задается условие ограниченности решения:

$$\lim_{r \rightarrow 0} \lambda_3 r \frac{\partial T}{\partial r} = 0. \quad (11)$$

Для учета теплоты фазового перехода при плавлении (кристаллизации) воспользуемся традиционной постановкой задачи Стефана. На границе раздела фаз кроме равенства температуры материала температуре фазового перехода

$$T\Big|_{\Gamma(t)} = T_f \quad (12)$$

Мощность источника тепла вычислялась по формуле:

$$Q(t) = \frac{U^2}{R \cdot (1 + \beta(T(r_M, z, t) - 20))S}, \quad (13)$$

**Решение задачи Стефана.** Для решения задачи Стефана используем метод сглаживания

коэффициентов с применением разностных схем сквозного счета, тем самым совершаем переход к обычной задаче теплопроводности.

$$\tilde{c}_i(T)\tilde{\rho}_i(T)\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\tilde{\lambda}_i(T)\frac{\partial T}{\partial r}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\tilde{\lambda}_i(T)\frac{\partial T}{\partial z}\right) \quad (1')$$

Здесь коэффициенты теплоемкости и теплопроводности имеют вид:

$$\tilde{c}(T) = \begin{cases} c_1\rho_1, & T < T_f - \Delta \\ \frac{c_1\rho_1 + c_2\rho_2}{2} + \frac{L\rho}{2\Delta}, & T_f - \Delta < T < T_f + \Delta \\ c_2\rho_2, & T > T_f + \Delta \end{cases} \quad (2')$$

$$\tilde{\lambda}(T) = \begin{cases} \lambda_1, & T < T_f - \Delta \\ \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}, & T_f - \Delta < T < T_f + \Delta \\ \lambda_2, & T > T_f + \Delta \end{cases} \quad (3')$$

Или

$$\tilde{c}(T) = \begin{cases} c_1\rho_1, & T \leq T_f - \Delta \\ \frac{c_2\rho_2 - c_1\rho_1}{2}(T - T_f) + \frac{L\rho}{2\Delta}(\Delta - |T - T_f|) + \frac{c_2\rho_2 + c_1\rho_1}{2}, & T_f - \Delta \leq T \leq T_f + \Delta \\ c_2\rho_2, & T \geq T_f + \Delta \end{cases} \quad (2'')$$

$$\tilde{\lambda}(T) = \begin{cases} \lambda_1, & T \leq T_f - \Delta \\ \lambda_1 + \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2}(T - T_f + \Delta), & T_f - \Delta \leq T \leq T_f + \Delta \\ \lambda_2, & T \geq T_f + \Delta \end{cases} \quad (3'')$$

Далее полученное квазилинейное уравнение теплопроводности приведем к цепочке одномерных задач, которые аппроксимируем однородными разностными схемами и решаем методом прогонки и итерации по нелинейности.

Предполагается, что соединяемые детали длительное время выдержаны при температуре окружающего воздуха, т.е. в начальный момент времени температура в элементах соединения равнялась температуре ОВ. Сварочное напряжение равно  $U=32$  В, продолжительность нагрева равна 70

секунд, внутренний радиус трубы  $r_1=0,025$ ; внешние радиусы трубы и муфты -  $r_2=0,0315$ ;  $r_3=0,0395$ ; коэффициенты теплопроводности  $\lambda_1=0,46$ ;  $\lambda_2=0,24$  Вт/(м·К); плотности  $\rho_1=950$ ;  $\rho_2=800$  кг/м<sup>3</sup>; удельные теплоемкости  $c_1=2000$ ;  $c_2=2400$  Дж/(кг·К); индекс 1 относится к твердой фазе, 2 – жидкой; температура плавления  $T_{пл} = 128$ ; температура кристаллизации  $T_{крист} = 111$ °С.

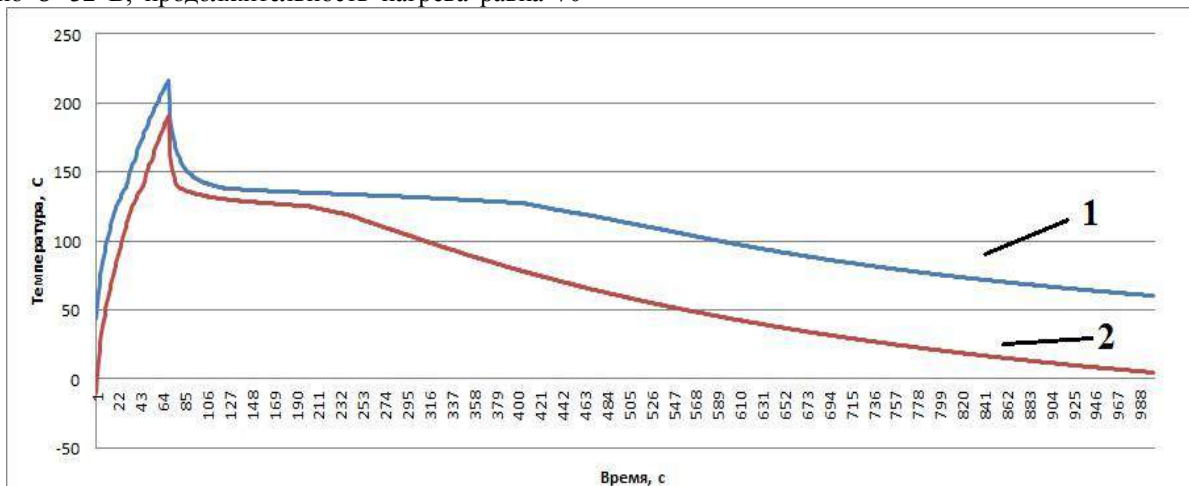


Рисунок 2. Изменение максимальной температуры закладного нагревателя при разных температурах окружающей среды: 1 – при 20 °С, 2 – при минус 40 °С

На рис. 2 представлено изменение максимальной температуры закладного нагревателя по времени при разных температурах окружающей среды. Анализ температурных полей показывает, что при сварке без предварительного подогрева в условиях низких температур при увеличении продолжительности воздействия закладным нагревателем и получении необходимого объема расплава свариваемые трубы подогреваются на небольшое расстояние от сварного шва.

Неоднородность распределения температуры по длине трубы способствует повышению напряжений в

зоне сплавления, которые не могут релаксировать и могут привести к зарождению и распространению в этой зоне трещин. В связи с этим можно предположить, что для получения прочного сварного соединения при температурах воздуха ниже нормативных следует подогреть закладным нагревателем до допустимой температуры окрестность свариваемой трубы, обеспечить однородность распределения температуры для снижения напряжений и провести нагрев для приварки, а при охлаждении использовать теплоизоляцию.

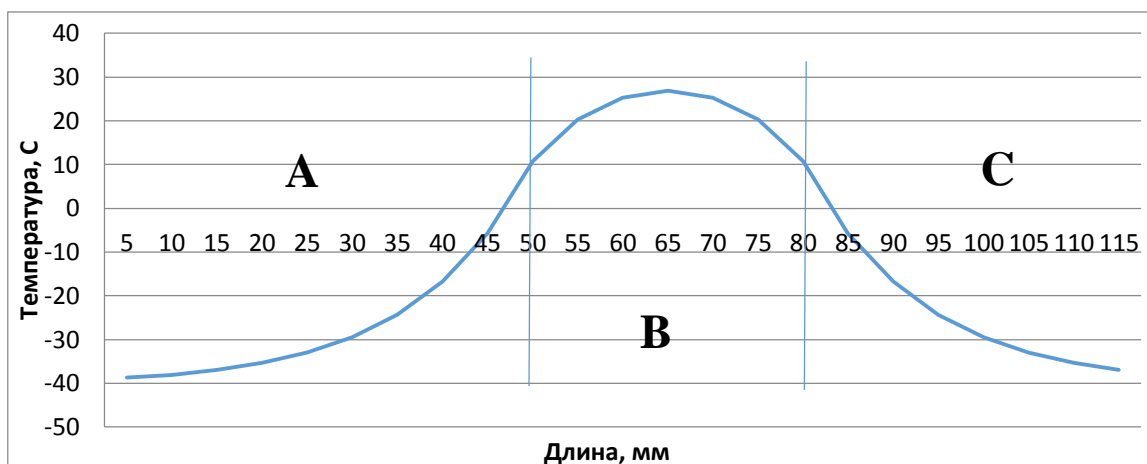


Рисунок 3. Распределение температуры по линии расположения закладного нагревателя при предварительном подогреве при минус 40 градусах ОВ

На рис. 3 показано, что в зонах А и С температуры ниже допустимых. В зоне С температуры за 30 минут повысилась лишь на 7 градусов, что свидетельствует о том, что в этой зоне допустимые температуры будут достигнуты за достаточно длительное время.

Однородность температуры в рассматриваемой области может быть достигнуто при теплоизоляции внешней поверхности трубы. Расчетами найдена толщина теплоизоляции (пенополиэтилена) равная 2 см, при которой тепловой процесс охлаждения после приварки происходит так же, как и при допустимой температуре ОВ.

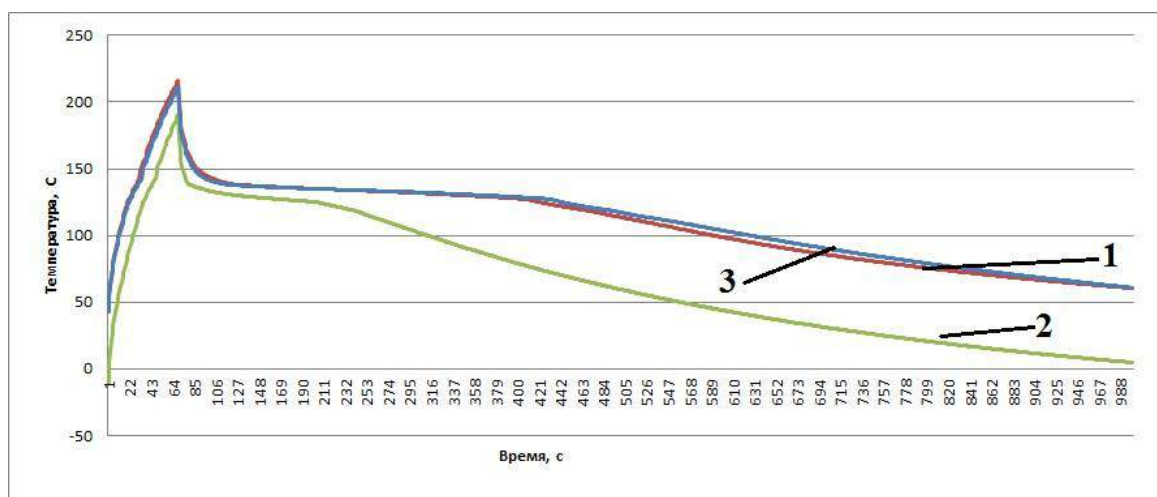


Рисунок 4. Изменение по времени максимальной температуры закладного нагревателя при разных температурах окружающей среды: 1(Красная) – при 20 °С, 2– при минус 40. 3(Синяя)– минус 40 с предварительным подогревом и теплоизоляцией

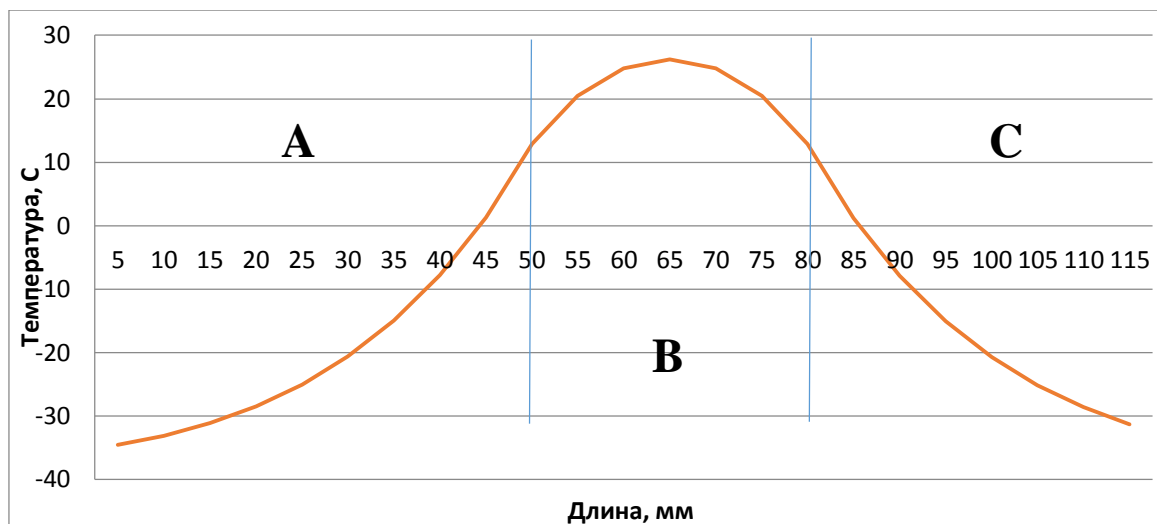


Рисунок 5. Распределение температуры по линии расположения закладного нагревателя при предварительном подогреве с теплоизоляцией при температуре  $0B$  минус  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$

На рис. 5 видно, что в зонах А и С температура повысилась на 12 градусов.

Теплоизоляцию, применяемую на этапе охлаждения при сварке в условиях низких температур, эффективнее использовать также при подогреве и нагреве. Для этого из серии расчетов теплового процесса сварки предварительно определяется толщина слоя теплоизоляции, обеспечивающая необходимую скорость охлаждения.

При подогреве имеются два параметра, которыми можно варьировать для достижения равномерного распределения температуры: мощность источника и продолжительность подогрева. Повышение мощности и увеличение продолжительности подогрева способствуют повышению температуры в муфте и соединяемых трубах. Однако повышение мощности при той же продолжительности ведет к повышению неоднородности распределения температуры в системе, в то время как повышение продолжительности при той же мощности ведет к однородности распределения температуры. Расчеты показывают, что при мощности источника тепла  $W=40$  Вт достаточно быстро можно достичь близкое к однородному распределение температуры в области соединения муфты с трубами. Кроме того для снижения градиента температуры осуществляется выравнивание температурного поля путем выдержки муфты с трубой под теплоизоляцией в течение 2 минут.

**Вывод:** Таким образом, разработана методика расчетного определения технологических параметров приварки (толщины теплоизоляции, продолжительностей подогрева и выравнивания температур), обеспечивающих при температурах воздуха ниже нормативных протекания тепловых процессов также как при допустимых температурах.

#### Обозначения:

$T(r, z, t)$  – температура в момент времени  $t$ ;  $c(T)$  – коэффициент теплоемкости;  $\rho(T)$  – удельная плотность;  $\lambda(T)$  – коэффициент теплопроводности;  $t_m$  – время расчета;  $r, z$  – цилиндрические координаты;  $r_1$  – внутренний радиус трубы и гильзы;  $r_2$  – внешний

радиус гильзы со спиралью;  $r_3$  – внешний радиус трубы. Индекс  $i=1$  для твердой фазы материала трубы;  $i=2$  для жидкой фазы материала трубы;  $i=3$  для воздуха.  $Q(t)$  – мощность источника;  $z_1, z_2$  – координаты начала и конца спирали соответственно;  $\Phi(r, z, t)$  – уравнение положения границы раздела фаз  $\Gamma(t)$  в момент времени  $t$ ;  $L$  – удельная теплота;  $T_f$  – температура фазового перехода;  $U$  – сварочное напряжение;  $R$  – сопротивление спирали при температуре  $20^{\circ}\text{C}$ ;  $\beta$  – температурный коэффициент сопротивления;  $S$  – площадь поверхности источника тепла.

#### Список литературы:

1. Галичанин Е.Н. Применение новых технологий в транспортировке углеводородного сырья // Нефть. Газ. Промышленность, 2007. №1(29). С. 52-55.
2. Пепеляев В.С., Тараканов А.И. Полиэтиленовые трубы, армированные синтетическими нитями для нефтепромысловых трубопроводов // Интервал. Передовые нефтегазовые технологии, 2006. №9. С. 33-37.
3. Пепеляев В.С., Тараканов А.И. Полиэтиленовые армированные трубы для газопроводов с рабочим давлением свыше 1,2 Мпа // Полимергаз, 2006. №4. С. 14-18.
4. Пепеляев В.С., Тараканов А.И. Выбор методики испытаний промысловых трубопроводов из полиэтиленовых армированных синтетическими нитями труб // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса, 2007. №3. С. 78-80.
5. Пат. РФ. №2343331 RUF16L 13/00, 47/00. Способ сварки полимерных труб / Старостин Н.П., Герасимов А.И., Аммосова О.А.; Институт проблем нефти и газа СО РАН. – 2006144681/06; заявл. 14.12.2006; опубл. 10.01.2009, Бюл. №1.
6. СП 42-103-2003. Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов. – М.: Полимергаз, ФГУП ЦПП, 2004. С. 86.

7. Старостин Н.П., Аммосова О.А. Математическое моделирование теплового процесса при сварке полиэтиленовых труб встык при температурах воздуха ниже нормативных // Вестник машиностроения, 2009.

8. Старостин Н.П., Аммосова О.А. Контактная сварка полимерных труб оплавлением при низких температурах окружающей среды. Математическое моделирование теплового процесса // Сварочное производство, 2007. №1. С. 17-20.

9. Старостин Н. П., Васильева М. А., Данзанова Е. В., Аммосова О. А. *Стыковая сварка полиэтиленовых труб в условиях низких температур*// Сварочное производство, 2012, №1. С. 45-48.

10. Старостин Н.П., Аммосова О.А. Управление тепловым процессом сварки полиэтиленовых труб при низких температурах //Сварочное производство, 2013, №6. С. 16-19.

*Аронбаев Д.М.<sup>1</sup>, Васина С.М.<sup>2</sup>*

## ПРОТОЧНО-ИНЖЕКЦИОННЫЕ АМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ С ТРУБЧАТЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ

<sup>1</sup>кандидат химических наук, доцент

Самаркандский Государственный Университет им. А.Навои;

<sup>2</sup>кандидат химических наук, доцент

Самаркандский Государственный Университет им. А.Навои

### FLOW - INJECTION AMPEROMETRIC SYSTEMS WITH TUBULAR ELECTRODES

Dmitry M. Aronbaev ,

Ph.D., Associate Professor

Samarkand State University named after A.Navoi;

Svetlana M. Vasina ,

Ph.D., Associate Professor

Samarkand State University named after A.Navoi

### АННОТАЦИЯ

На примере электровосстановления йода рассмотрена теория проточно-инжекционных амперометрических систем с трубчатыми угольными электродами. Показана зависимость аналитического сигнала амперометрического датчика от гидродинамического режима, скорости истечения жидкости, длины электрода, ионной силы раствора.

Проводятся практические рекомендации для конструирования амперометрического проточно-инжекционного анализатора с трубчатыми углеграфитовыми электродами.

Ключевые слова: проточно-инжекционные системы; трубчатые электроды; гидродинамический режим; углеграфитовые электроды; параметры электрода; амперометрический датчик; аналитический сигнал; йода определение.

### ABSTRACT

For example electroreduction iodine we have considered the theory of flow-injection amperometric systems with tubular carbon electrodes. We demonstrated the dependence of an analytical signal of the amperometric sensor of the hydrodynamic regime, flow rate of the fluid, the lengths of the electrode, the ionic strength of the solution. We made practical recommendations for the construction of amperometric flow-injection analyzer with tubular carbon-graphite electrodes.

Keywords: flow-injection system; tubular electrodes; hydrodynamic regime; carbon-graphite electrodes; parameters of the electrode; amperometric sensor; analytical signal; iodine determination.

### Введение

Проточно-инжекционные аналитические системы благодаря их универсальности, производительности, точности измерений, гибкости в решении разнообразных практических задач находят все большее применение в различных отраслях промышленности, медико-биологических и научных исследованиях, где необходимо за короткий срок осуществить значительное количество рутинных анализов [13,14].

В основе проточно-инжекционных методов лежит осуществление возможности анализа вещества, введенного с помощью дозирующего устройства в сегментированный поток жидкости. Аналитический сигнал, как правило, записывается регистрирующим устройством в виде пика, величина которого может быть сравнена с величиной пика эталонного образца.

Проточно-инжекционный анализ, предложенный Ружичкой и Хансеном в 1975 году, в настоящее время продолжает совершенствоваться, оснащаясь современной измерительной базой,



включающей спектрофотометрические, хроматографические, рефрактометрические и электрохимические методы анализа и соответствующие детекторы [1,9].

Из всех перечисленных способов детекции, электрохимическая представляется наиболее оптимальной, так как она сравнительно недорога и позволяет осуществить простую автоматизацию аналитической системы в целом [2]. Электрохимические детекторы подразделяются на следующие классы:

кондуктометрические – измеряющие изменение электропроводности в потоке жидкости-носителе при введении в систему анализируемого образца;

потенциометрические – изменение потенциала индикаторного электрода в соответствии с уравнением Нернста;

кулонометрические – основанные на измерении (сравнении) количества электричества, прошедшего через электрохимическую ячейку без и в присутствии анализируемого вещества;

амперометрические – в которых аналитический сигнал выражается в виде силы тока.

Для последних известны разнообразные датчики, отличающиеся друг от друга, как конструктивными особенностями электрохимической ячейки, так и материалом и формой измерительных электродов.

В настоящей работе нами представлены проточно-инжекционные системы с трубчатыми электродами и проведено математическое описание процесса.

#### Материалы и методы

В работе были использованы электроды из углерадита спектральной чистоты СУ-3. Согласно ТУ 01-7-67 электроды из угля для спектрального анализа марки СУ-3 выпускаются длиной 200 мм и диаметром  $6 \pm 0,2$  мм. Этот материал содержит только следовые количества ( $< 10^{-5}\%$ ) железа, алюминия, бора, меди, марганца, магния и кальция.

Для изготовления рабочего углерадитового электрода с однородной поверхностью поступали следующим образом: электроды СУ-3 перемалывали в электромельнице до состояния пудры, просеивали через сито с ячейками 0,1 - 0,08 мм (200-300 меш). Отсеянную массу углерадита при перемешивании малыми порциями вносили в расплавленный парафин в соотношении 50:50. Расплавленную смесь загружали в медные тонкостенные трубочки диаметром 6 мм, предварительно зачищенных и обработанных раствором азотной кислоты с последующей промывкой дистиллированной водой. После застывания углерадитовой смеси и ее «старения» в течение 24 – 48 часов, просверливали канал диаметром 1 мм по всей длине электродной заготовки, который полировали пропущенной через него хлопчатобумажной нитью. Полученные электроды использовали в проточном датчике в паре с хлорсеребряным электродом сравнения ЭВЛ-1-М3.

В качестве модельной реакции использовалась йод-йодидная окислительно-восстановительная пара,

позволяющая осуществить гальванический режим работы амперометрического датчика [7].

Растворы с заданной концентрацией йода готовили разведением фиксанала йода. Концентрацию исходного раствора йода устанавливали титриметрическим методом [8]. Калибровочные растворы йода с концентрацией менее  $10^{-3}$  М готовили ежедневно.

Потенциометрические измерения включали определение рН буферных и анализируемых растворов. Для определения рН служил иономер И-130 со стеклянным электродом ЭСЛ-43-07 и автоматической компенсацией изменения температуры. Погрешность измерения не превышала  $\pm 0,02$  рН в диапазоне измерений рН 3,0 - 8,5.

С целью теоретического описания процессов, протекающих в канале трубчатого электрода было изучено влияние гидродинамического режима, скорости истечения жидкости и длины электрода на аналитический сигнал датчика.

#### Результаты и обсуждение

Для интенсификации электрохимического процесса необходимо использовать электроды с развитой поверхностью. Этого можно добиться, увеличивая геометрические параметры электрода, изменяя его конфигурацию или используя пористые электроды.

Исследование механизма генерации тока в пористых электродах представляет собой значительные трудности [12]. Это связано с тем, что суммарный ток, снимаемый с пористого электрода, является результатом наложения целого ряда процессов, таких, как локальная кинетика электрохимической реакции, диффузия, конвекция и т.д. На гладком электроде, работающем в режиме смешанной кинетики, все эти процессы образуют цепь из последовательно соединенных элементов, так что практически не существует возможность выделить основную стадию электрохимического процесса. В пористых электродах, в силу эффекта неравнодоступности процесс носит не локальный, как на гладком электроде, а распределенный характер, который может меняться при удалении от внешней поверхности электрода вглубь пористой среды [11]. Кроме того, нет возможности разделить омические, активационные или другие ограничения и выделить из них одну лимитирующую стадию. Положение дополнительно осложняется тем, что все эти явления протекают в пористой среде, имеющей различные по величине и геометрической конфигурации параметры. Поэтому метод описания процессов, протекающих в пористой токопроводящей среде, может носить только частный характер, соответствующий только для данной конфигурации пор [6]. В более общем случае теоретическое описание пористой среды - задача практически безнадежная.

В связи с этим большинство исследователей при использовании в аналитических системах пористых электродов применяют эмпирические зависимости тока, генерируемого пористым электродом, от концентрации вещества [3,4]. Это затрудняет метрологическую оценку электрохимического датчика, так как трудно добиться унификации

характеристик анализаторов с пористыми индикаторными электродами из различных партий материала. Кроме того, из-за наличия пор, возможно образование застойных зон, ухудшающих гидродинамические характеристики проточных датчиков. А если учесть, что электрохимический процесс экспоненциально затухает по глубине электрода, то для быстрых обратимых электрохимических процессов вообще не целесообразно иметь электроды с большой пористостью [11].

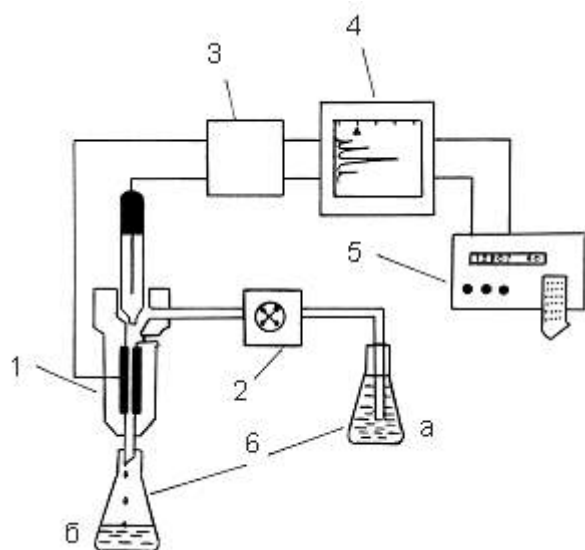


Рис. 1. Принципиальная схема проточно-инжекционного анализатора с трубчатым электродом.

1 – проточный амперометрический датчик; 2 – перистальтический насос; 3 – компенсатор-усилитель; 4 – регистратор; 5 – интегратор тока; 6 – емкости для рабочего (а) и отработанного (б) электролитов.

При одинаковых геометрических размерах наибольшей поверхностью будут обладать трубчатые электроды. Они удобны и просты в эксплуатации и хорошо поддаются теоретическому описанию. В связи с этим конструкция разрабатываемого нами проточного амперометрического датчика для определения йода основана на использовании трубчатого угольного измерительного электрода.

На рисунке 1 показана принципиальная схема амперометрического проточно-инжекционного анализатора с трубчатым электродом.

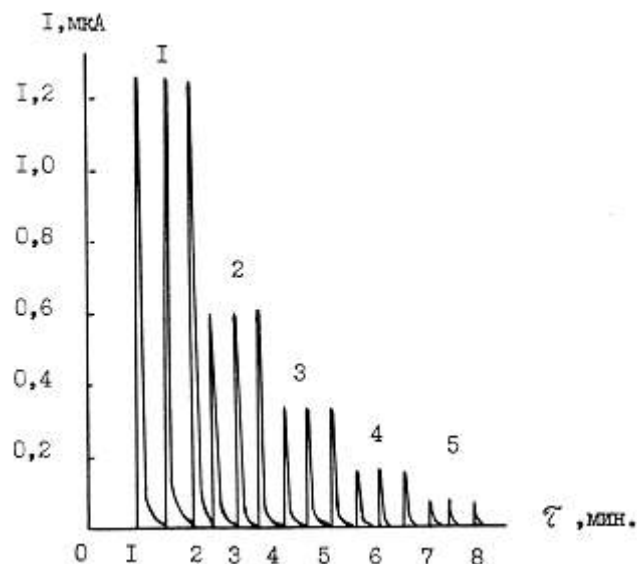


Рис. 2. Запись катодных пиков на диаграммной ленте самопишущего потенциометра для различных концентраций йода:

1 –  $10^{-5} M J_2$ ; 2 –  $5 \cdot 10^{-6} M J_2$ ; 3 –  $2,5 \cdot 10^{-6} M J_2$ ; 4 –  $1,25 \cdot 10^{-6} M J_2$ ; 5 –  $0,6 \cdot 10^{-6} M J_2$

Анализатор содержит перистальтический насос (1), двухэлектродный амперометрический датчик с трубчатым угольным (а) и хлорсеребряным вспомогательным (б) электродами (2), делитель напряжения - компенсатор (3), потенциометр КСП-4 (4), с подключенным интегратором тока (5). Рабочий и вспомогательный электроды заключены в единый корпус из органического стекла. Ввод пробы в измерительную камеру датчика осуществляется через резиновую прокладку клапана с помощью автоматического микродозатора пипеточного типа.

Принцип работы датчика можно описать следующим образом. Проба, содержащая электрохимически активное вещество, инжектируется с помощью микродозатора в движущийся с постоянной скоростью поток фоновый электролит, поступает в канал угольного трубчатого электрода, диффундирует к внутренней поверхности электрода и де поляризует его, что вызывает изменение тока во внешней цепи анализатора, отмечаемое на диаграммной ленте самописца и виде пика (рис.2).

С целью теоретического описания процессов, протекающих в канале трубчатого электрода, нами рассмотрены следующие положения:

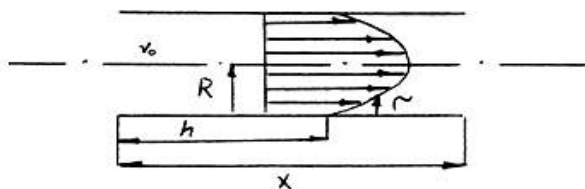


Рис. 3. Профиль скорости движущейся жидкости в канале трубчатого электрода (ламинарный поток).  $h$  – входной гидродинамический участок.

В первом участке, движущаяся жидкость, содержащая анализируемую пробу, испытывает тормозящее действие стенок. В результате чего прямолинейный участок профиля преобразуется в пуазелевский или ламинарный, который соблюдается при значении чисел Рейнольдса  $< 2300$  [15]. Длина входного участка приблизительно может быть оценена по формуле [10]:

$$h \sim 0,1 \cdot R \cdot Re \quad (3)$$

где  $R$  - радиус канала электрода;  $Re$  - число Рейнольдса.

После этой точки можно считать, что формирование профиля скорости ламинарного течения закончено, и дальнейшее течение жидкости происходит вдоль оси канала электрода с параболическим профилем скорости, характеризуемой формулой:

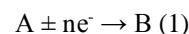
$$V = V_0 \left( 1 - \frac{r^2}{R^2} \right) \quad (4)$$

где  $V_0 = \frac{R^2 \Delta p}{4 \mu L}$  - максимальная скорость

течения жидкости в трубчатом электроде при  $r = 0$ , т.е. в центре,  $\Delta p$  - перепад давления на длине  $X$ . В связи с этим процесс диффузии происходит на малых расстояниях от стенки трубчатого электрода, при  $r \sim R$ .

Если ввести новую переменную  $y = R - r$  и ограничиться малыми ее значениями, то имеем:

Предположим, что электрохимически активное вещество восстанавливается в канале трубчатого электрода



Тогда предельный ток этой реакции может служить мерой концентрации этого вещества в анализируемом растворе и, применяя уравнение Фарадея, получим [5]:

$$I = nF \frac{dN}{dt} \quad (2)$$

где  $I$  - ток амперометрического датчика,  $A$ ;  $n$  - количество электронов, участвующих в единичном электрохимическом акте;  $F$  - число Фарадея (96500

$A \cdot \text{сек}/\text{Моль}$ );  $\frac{dN}{dt}$  -- число молей активного вещества, реагирующего в единицу времени  $t$  в канале трубчатого электрода.

При ламинарном потоке жидкости весь поток можно рассматривать как бы состоящий из двух частей - входного участка  $h$  и области установившегося ламинарного течения (Рис.3).

$$V = V_0 \frac{2y}{R} \quad (5)$$

Уравнение конвективной диффузии по В.Г. Левичу [10] будет иметь вид:

$$\frac{dC}{dt} = D \left( \frac{d^2 C}{dr^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{dC}{dR} + \frac{d^2 C}{dx^2} \right) - V_0 \left( 1 - \frac{r^2}{R^2} \right) \frac{dC}{dx} \quad (6)$$

где  $C$  - концентрация вещества;

$D$  - поток диффузии;

$R$  и  $r$  - радиус и расстояние от стенки трубчатого электрода.

Граничные условия при решении этого уравнения относительно предельного диффузионного потока будут

$$C \rightarrow C_0 \text{ при } r \rightarrow \infty \text{ и } C = 0 \text{ при } r = 0$$

Это уравнение может быть решено введением безразмерной величины [15]

$$\eta = \left( \frac{V_0}{D \cdot R} \right)^{1/3} \cdot \frac{y}{x^{1/3}} \quad (7)$$

при этом связь  $C$  с новой переменной будет:

$$\frac{d^2 C}{d\eta^2} + \frac{2}{3} \eta^2 \frac{dC}{d\eta} = 0 \quad (8)$$

Решение последнего уравнения при граничных условиях приводит к следующему выражению:

$$C = \frac{C_0 \int_0^{\frac{y}{x^{1/3}} \left(\frac{V_0}{D \cdot R}\right)^{1/3}} \exp\left\{-\frac{2}{9}\eta^3\right\} d\eta}{\int_0^{\infty} \exp\left\{-\frac{2}{9}\eta^3\right\} d\eta} \quad (9)$$

$$j_d = D \left(\frac{dC}{dy}\right)_{y=0} = \frac{DC_0}{x^{1/3}} \cdot \left(\frac{V_0}{D \cdot R}\right)^{1/3} \cdot \frac{1}{\int_0^{\infty} \exp\left\{-\frac{2}{9}\eta^3\right\} d\eta} = \frac{DC_0}{x^{1/3}} \cdot \left(\frac{V_0}{D \cdot R}\right)^{1/3} \cdot \frac{\sqrt[3]{0,23}}{0,89} = 0,67C_0 \cdot D \cdot \left(\frac{V_0}{D \cdot R \cdot x}\right)^{1/3} = \frac{DC_0}{\delta}$$

(10)

где  $\delta$  - толщина диффузионного слоя:

$$\delta = \frac{1}{0,67} \cdot \left(\frac{D}{v}\right)^{1/3} \cdot \sqrt[3]{\frac{v}{V_0 \cdot R}} \sqrt[3]{R^2 x} \quad (11)$$

Полный диффузионный поток на внутреннюю поверхность электрода описывается уравнением:

$$J_d = 2\pi R \int_0^x j_d dx = 2,01\pi C_0 D \left(\frac{V_0 x^2}{D \cdot R}\right)^{1/3} \cdot R \quad (12)$$

С учетом этого уравнения ток, генерируемый трубчатым электродом, описывается уравнением:

$$I = 2,01\pi n F (DRx)^{2/3} \cdot V_0^{1/3} \cdot C_0 \quad (13)$$

где  $C_0$  и  $C_x$  - концентрация вещества на входе и выходе из трубчатого электрода, соответственно, и  $\theta$  -

эффективность электролиза:  $\theta = 1 - \frac{C_x}{C_0}$

Плотность диффузионного потока на стенку трубчатого электрода может быть описана уравнением:

а так как  $V_0$  может быть представлено соотношением  $V_0 = \frac{Q}{\pi R^2}$

где  $Q$  - расход жидкости см<sup>3</sup>/сек, уравнение (13) принимает вид

$$I = 2,01\pi^{2/3} n F C_0 \cdot D^{2/3} \cdot x^{2/3} \cdot Q^{1/3} \quad (14)$$

Из полученного уравнения следует, что величина выходного сигнала датчика зависит от длины электрода, скорости движения фонового электролита (подвижной фазы), концентрации электроактивного вещества и коэффициента диффузии.

Эти параметры являются определяющими при расчете конструкции проточного амперометрического датчика с трубчатым электродом.

С учетом эффективности электролиза, работа амперометрического датчика с трубчатым электродом описывается уравнением:

$$I = 2,01\pi^{2/3} n F C_0 \cdot D^{2/3} \cdot x^{2/3} \cdot Q^{1/3} \cdot (C_0 - C_x) = 2,01\pi^{2/3} n F \theta C_0 \cdot D^{2/3} \cdot x^{2/3} \cdot Q^{1/3} \quad (15)$$

С целью экспериментального подтверждения соответствия математической модели датчика и условия ее выполнимости, нами были изготовлены датчики с угольными индикаторными электродами различной длины и диаметра канала 0,1 см.

В таблице 1 сведены результаты экспериментальных исследований:

Таблица 1.

Значения величины тока (мкА) амперометрического датчика при различной концентрации йода и длины индикаторного трубчатого электрода \* (n = 5, P = 0,95.)

$C_{I_2}$ , мкМ	2 см	3 см	4 см
1,0	0,07 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,09 ± 0,01
2,5	0,14 ± 0,01	0,17 ± 0,01	0,23 ± 0,03
5,0	0,29 ± 0,03	0,34 ± 0,02	0,46 ± 0,02
8,0	0,53 ± 0,05	0,54 ± 0,04	-
10,0	0,66 ± 0,04	0,63 ± 0,08	0,87 ± 0,04
20,0	1,19 ± 0,03	1,40 ± 0,12	1,55 ± 0,04

\* - **Условия:** скорость течения фонового электролита 120 см<sup>3</sup>/час; электролит - натрий-ацетатный буфер, pH 4,0;  $m = 0,4$  M; объем вводимой пробы 0,1 см<sup>3</sup>; температура 21°C.

Анализ экспериментальных данных показал, что связь амперометрического сигнала датчика при различных концентрациях электрохимически

активного вещества и длины электрода описывается функциональной зависимостью:  $i = f\left(x^{2/3}\right)$ .

На рисунке 4 показаны экспериментальные и теоретические зависимости выходного сигнала датчика от скорости движения раствора электролита.

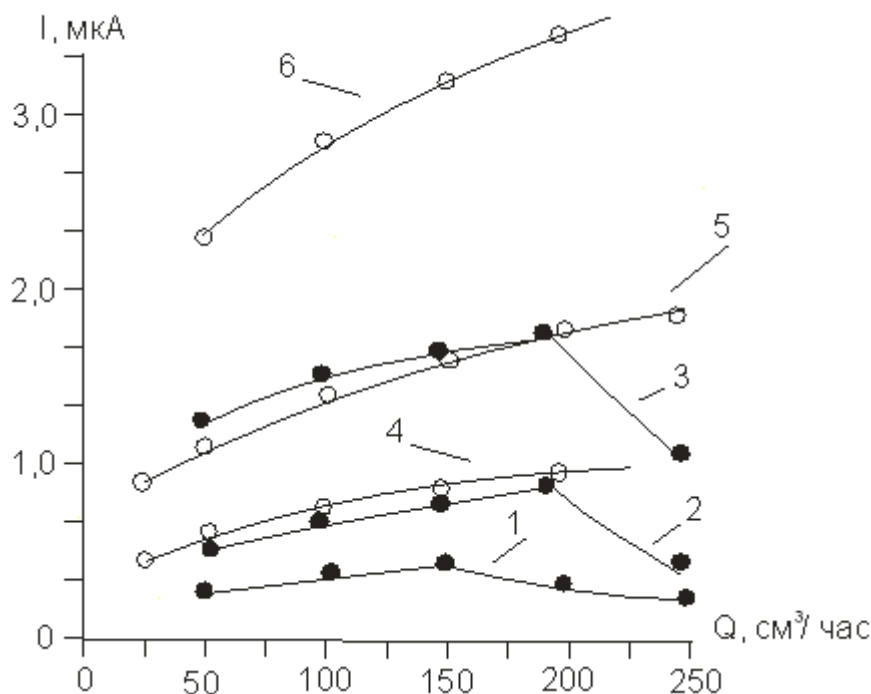


Рис.4. Зависимость амперометрического сигнала датчика от скорости течения раствора электролита.

- – экспериментальная зависимость
- – теоретическая зависимость
- 1 и 4 – для  $C_{I_2} 0,25 \cdot 10^{-5} M$
- 2 и 5 – для  $C_{I_2} 0,25 \cdot 10^{-5} M$
- 3 и 6 – для  $C_{I_2} 0,25 \cdot 10^{-5} M$

В интервале скоростей течения подвижной фазы от 50 до 150 см<sup>3</sup>/час для электродов с внутренним диаметром 0,1 см и длиной 2-4 см зависимость силы тока  $i$  от  $Q$  при различных концентрациях электроактивного вещества имеет вид  $I = f\left(Q^{1/3}\right)$  в соответствии с уравнением (14). Однако, абсолютные величины этих токов для экспериментальных (1-3) и теоретических (4-6) кривых различны. Это объясняется тем, что амперометрический датчик

работает в режиме кинетических токов, в то время как уравнение (14) описывает зависимость предельного тока от концентрации иода и параметров датчика. При скорости движения электролита от 200 см<sup>3</sup>/час и более зависимость  $I = f\left(Q^{1/3}\right)$  не может быть описана уравнением (14) для изученных электродов. Очевидно, в этих интервалах для рассматриваемых электродов осуществляется переход гидродинамического режима из ламинарного в турбулентный (см. таблицу 2).

Таблица 2.

Расчетные значения числа Рейнольдса\* при различных скоростях течения раствора электролитах

Q, см <sup>3</sup> /час	Длина трубчатого угольного электрода, см		
	2,0	3,0	4,0
50	354	530	706
100	708	1060	1412
120	849	1274	1698
150	1062	1590	2118
200	1416	2120	2824
250	1770	2650	3530
500	3540	5300	7060
1000	7080	10600	14120

\*- число Рейнольдса может быть рассчитано по формуле:  $Re = \frac{QX}{\nu R^2}$ , где:

- Q - скорость движения жидкости см<sup>3</sup>/сек;
- X - длина электрода, см;
- R - радиус канала электрода, см;
- $\nu$  - кинематическая вязкость, см<sup>2</sup>/сек (для водных растворов  $\nu = 0,01$  см<sup>2</sup>/сек).

В уравнение зависимости силы тока от концентрации электроактивного вещества и параметров датчика не входят значения радиуса канала электрода и может показаться, что его величина не влияет на величину амперометрического сигнала. Однако, следует отметить, что расход фонового электролита и величина входного гидродинамического участка, а следовательно, и характер гидродинамического режима, тесно связаны с диаметром канала трубчатого электрода. Можно предположить, что стабильную и воспроизводимую работу датчика следует ожидать при условиях установившегося гидродинамического и диффузионного режимов (h и H - соответственно). Длина участка установившегося диффузионного режима приближенно может быть рассчитана по формуле [10]:

$$H = \frac{V_0 R^2}{D} \sim Re \cdot Pr \cdot R \quad (16)$$

где Pr - число Прандля

$$Pr = \frac{Pe}{Re} = \frac{\frac{V_0 \cdot X}{D}}{\frac{V_0 \cdot X}{\nu}} = \frac{\nu}{D} \quad (17)$$

Pe - число Пекле; X – длина канала электрода;  $\nu$  - кинематическая вязкость.

Таким образом, подставляя выражения чисел Рейнольдса и Прандля, имеем:

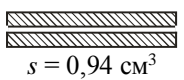
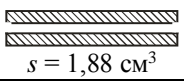
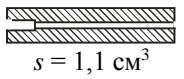
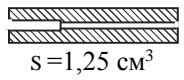
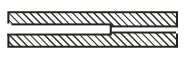
$$H = \frac{Q \cdot X}{\pi R^2 \nu} \cdot \frac{\nu}{D} \cdot R = \frac{Q \cdot X}{\pi R D} \quad (18)$$

Из полученного соотношения следует, что значение H - настолько велико, что вся длина трубчатого электрода недостаточна для установления диффузионного режима. Поэтому остается лишь попытаться установить гидродинамический режим за счет уменьшения длины входного гидродинамического участка. Очевидно, этого можно добиться путем понижения числа Рейнольдса, увеличивая радиус входного участка канала электрода. Таким образом, параметры и конфигурация трубчатого электрода находятся в тесной взаимосвязи с гидродинамическим режимом, а, следовательно, и с такими метрологическими характеристиками, как воспроизводимость, диапазон линейности градуировочного графика и коэффициент чувствительности анализатора.

Анализ экспериментальных и расчетных данных показал, что в качестве измерительного наиболее целесообразно использовать трубчатый электрод длиной 3 см. Он обладает большой поверхностью для высокочувствительного определения J<sub>2</sub> и имеет широкий диапазон скоростей течения фонового электролита для осуществления ламинарного гидродинамического режима (см. таблицу 2). В связи с этим на основе использования в качестве измерительного - трубчатого электрода длиной 3 см нами была изучена зависимость сигнала датчика от концентрации йода с электродами различной конфигурации. Некоторые экспериментальные данные приведены в таблице 3.

Таблица 3.

**Зависимость сигнала датчика от конфигурации канала трубчатого электрода (n= 3, P =0,95)**

№/№	Профиль канала электрода	C <sub>J2</sub> , мкМ	I <sub>ср.±Δi</sub> , мкА	s <sub>r</sub>
I		2,5	0,17 ± 0,01	0,059
		5,0	0,29 ± 0,03	0,138
		10,0	0,63 ± 0,04	0,129
		20,0	1,03 ± 0,08	0,143
II		2,5	0,42 ± 0,02	0,071
III		2,5	0,32 ± 0,01	0,063
		5,0	0,72 ± 0,04	0,083
		10,0	1,11 ± 0,03	0,072
		20,0	1,63 ± 0,08	0,074
IV		2,5	0,36 ± 0,02	0,083
		5,0	0,70 ± 0,03	0,057
		10,0	1,22 ± 0,06	0,073
		20,0	1,92 ± 0,07	0,057
V		2,5	0,40 ± 0,01	0,091
		5,0	0,79 ± 0,04	0,062
		10,0	1,36 ± 0,09	0,043

	$s = 1,57 \text{ см}^3$	20,0	$2,51 \pm 0,07$	0,056
		30,0	$2,72 \pm 0,07$	0,029
		5,0	$0,68 \pm 0,08$	0,132
		10,0	$1,19 \pm 0,06$	0,059

Из таблицы 3 видно, что улучшенными метрологическими характеристиками обладают электроды IV и V с кажущейся внутренней поверхностью  $1,25 \text{ см}^2$  и  $1,57 \text{ см}^2$ . В то же время последний из них ввиду несколько большей поверхности обладает более высокой чувствительностью и широким диапазоном линейности градуировочного графика. В связи с этим,

все дальнейшие доработки конструкции датчика проводили с использованием трубчатого электрода длиной 3 см и с переменным диаметром канала:  $0,2 \times 2,0$  и  $0,1 \times 1,0$  см.

В таблице 4 показана зависимость выходного сигнала датчика с таким трубчатым электродом от концентрации йода, на основании которой строится градуировочный график.

Таблица 4

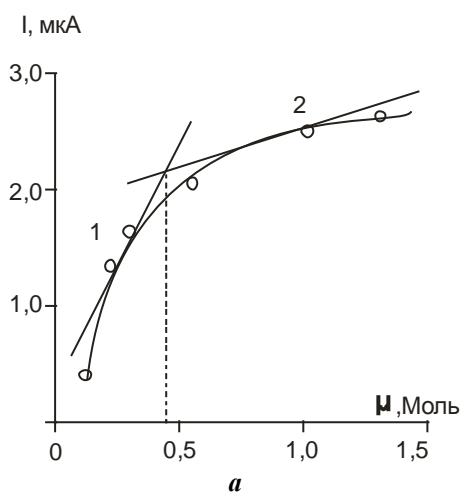
**Величина выходного сигнала датчика (мкА) для различных концентраций йода (мкМоль/л).  $n = 3$ ,  $R = 0,95$ .**

$C_{I_2}$ , мкМ	$I \pm \Delta I$ , мкА	$s_r$
0,5	$0,06 \pm 0,01$	0,056
1,0	$0,12 \pm 0,01$	0,048
2,5	$0,32 \pm 0,01$	0,031
5,0	$0,65 \pm 0,01$	0,031
8,0	$1,08 \pm 0,02$	0,028
10,0	$1,28 \pm 0,02$	0,028
15,0	$1,82 \pm 0,02$	0,016
20,0	$2,48 \pm 0,05$	0,020
30,0	$3,52 \pm 0,06$	0,040

Градуировочная зависимость сигнала амперометрического датчика с таким трубчатым электродом от концентрации вводимого раствора йода описывается корреляционным уравнением:  $I = 0,0506 + 0,1182 C$

Одним из факторов, определяющих чувствительность гальванического амперометрического датчика, является ЭДС:

$$I = \frac{E}{R + r}$$



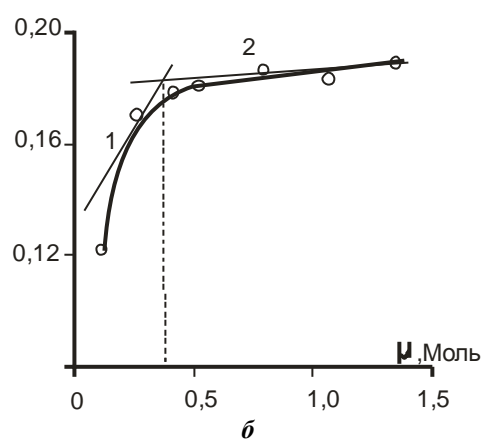
где  $R$  - внутреннее сопротивление датчика;  $r$  - сопротивление внешней цепи.

Величина ЭДС определяется свойствами материала электрода, ионной силой раствора электролита, температурой.

Нами изучена зависимость ЭДС,  $R$ , выходного сигнала датчика от ионной силы раствора фонового электролита.

На рисунке 5 представлены эти зависимости и каждая из них описана с использованием математической статистики.

ЭДС, в



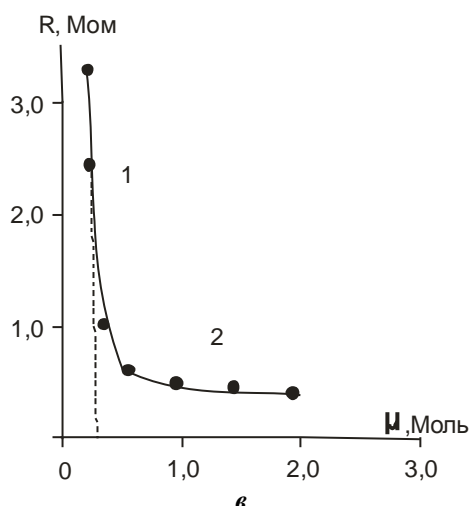


Рис. 5. Зависимость выходного сигнала датчика (а), ЭДС (б) и внутреннего сопротивления  $R$  (в) от ионной силы раствора фонового электролита.

Ввиду невозможности описания экспериментальных данных одним уравнением первого или второго порядка для каждой зависимости выведено два линейных уравнения. Сравнение коэффициентов уравнений, рассчитанных методом наименьших квадратов, показало, что в каждом случае наблюдается взаимосвязь тока, ЭДС, внутреннего сопротивления датчика от величины ионной силы фонового электролита. Причем, общей точкой, удовлетворяющей описанию ветвей экспериментальных кривых, является ионная сила раствора  $\sim 0,4$  М, что соответствует нашему выводу об ионной силе раствора, сделанному при изучении процесса восстановления йода на угольном электроде [6].

#### Выводы

Проведенное исследование позволило сделать следующие практические выводы для электрохимического определения йода с помощью амперометрического проточно-инжекционного анализатора:

- электродная пара датчика: индикаторный угольный трубчатый электрод с внутренним диаметром 0,1 см, длиной 3 см и вспомогательный - насыщенный хлорсеребряный электрод ЭВЛ- 1- МЗ;
- фоновый электролит (подвижная фаза) - 0,1 М натрий ацетатный буфер, pH 3,8 - 4,0 и 0,3 М по KCl;
- скорость течения подвижной фазы 100-120 см<sup>3</sup>/час;
- объем вводимой пробы 0,1 см<sup>3</sup>.

#### Список литературы

1. Ruzicka J. The Second Coming of Flow-Injection Analysis // Anal. chim. acta. - 1992. - Vol. 261. - № 1/2. - P. 3-21.
2. Siangproh W., Leesutthipornchai W., Dunchai W., Chailapakul O. Electrochemical Detection for Flow-based System: A Review // J. Flow Injection Anal.. - 2009. - Vol. 26. -No. 1. - P. 5-25.
3. Storck A., Enriques-Granados M.A., Roger M., Coeuret F. The behaviour of porous electrodes in a flow - by regine-

$$I_1 = 0,4144 + 5,1285 M$$

$$I_2 = 1,3360 + 0,9709 M$$

$$\text{ЭДС}_1 = 0,0974 + 0,2128 M$$

$$\text{ЭДС}_2 = 0,1731 + 0,0120 M$$

$$R_1 = 5,4645 - 12,3062 M$$

$$R_2 = 0,5755 - 0,0837 M$$

1// Electro-chem. Acta - 1982. - V. 27, No. 2. - P. 293-301.

4. Strohl A.N., Curran D.J. Reticulated vitreous carbon flow-through electrodes// Anal.Chem. - 1979. - V. 51, No. 3. - P. 353-357.

5. Tougas T.P., Janetti J.M., Collier W.G. Theoretical and experimental response of a biampereometric detector for flow injection analysis// Anal.Chem. - 1985. - V. 57, No. 7. - P. 1377-1381.

6. Wang J., Dewald H.D. A porous-jet flow-through electrode// Talanta - 1982. - V. 29, No. 6. - P. 453-456.

7. Аронбаев Д.М. Кинетика и механизм электрохимического восстановления йода из водных растворов на угольных электродах // Мол.ученый. - 2015. - № 15-2(89). - С.

8. Кольтгоф И.М., Сендел Е.Б. Количественный анализ. 3-е изд. - М.: Госхимиздат, 1948- 822 с.

9. Кузнецов В.В. Проточно-инжекционный анализ //Соросовский образовательный журнал. - 1999. - №1. - С.56-60.

10. Левич В.Г. Физико-химическая гидродинамика. -М.: Физматгиз,1959. - С. 118 - 127.

11. Чизмаджев Ю.А., Чирков Ю.Г. Пористые электроды. // В кн.: Кинетика сложных электрохимических реакций. - М.: Наука,1981.- С.240 – 305.

12. Чизмаджев Ю.Ф., Маркин В.С., Тарасевич М.Р., Чирков Ю.Г. Макрокинетика процессов в пористых средах. -М: Наука, 1971.-363с.

13. Шпигун Л. К. Проточно-инжекционный анализ // Журн. аналит. химии. - 1990. - Т. 45, №6. - С. 1045-1091.



14. Шпигун Л.К., Золотое ЮА. Проточно-инжекционный анализ. - М.: Знание, 1990. - 42 с. студентов вузов. - М.: Наука, 1968.- С.332.
15. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике для инженеров и

*Асфандияров Р.Н.<sup>1</sup>, Рааб Г.И.<sup>2</sup>*

## ПОТЕНЦИАЛ РОТАЦИОННОГО ОБЖАТИЯ КАК МЕТОДА ИНТЕНСИВНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

*Магистр, Уфимский государственный  
авиационный технический университет, г. Уфа*

*д.т.н., в.н.с., Уфимский государственный  
авиационный технический университет, г. Уфа*

### *THE POTENTIAL OF ROTARY COMPRESSION AS A SEVERE PLASTIC DEFORMATION TECHNIQUE*

*Asfandiyarov Rashid*

*Master, Ufa State Aviation Technical University, Ufa*

*Raab Georgiy*

*Dr., leading researcher,*

*Ufa State Aviation Technical University, Ufa*

#### **АННОТАЦИЯ**

*Приведены результаты компьютерного моделирования процесса ротационнойковки с использованием плоских бойков при заданных ( $35^{\circ} \pm 5^{\circ}$ ) углах поворота заготовки перед каждым циклом обработки. На основе полученных результатов сделаны выводы о рациональности применения ротационнойковки для получения однородного деформированного состояния с уровнем накопленной деформации  $\varepsilon \geq 1,5$ , при уменьшении поперечного сечения заготовки не превышает 40% от исходного, что важно для последующих этапов обработки с целью накопления больших уровней деформации без активной редукации исходного сечения.*

#### **ABSTRACT**

*The results of computer simulation of rotary forging using flat dies at given ( $35^{\circ} \pm 5^{\circ}$ ) angles of rotation of the workpiece prior to each treatment cycle are presented. On the basis of the obtained results the conclusions were made about the rational use of rotary forging for production of a homogeneous strain with the level of accumulated strain of  $\varepsilon \geq 1,5$ , when necking the workpiece does not exceed 40% of the original, which is important for subsequent processing steps in order to accumulate high levels of deformation without the active reduction of the original section.*

*Ключевые слова:*

*Ротационное обжатие; компьютерное моделирование; однородная деформация; пластическая обработка; алюминий.*

*Key words:*

*Rotary forging; computer simulation; uniform strain; plastic processing; aluminium.*

#### **Введение**

Ротационное обжатие (РО) как метод точной пластической обработки металлов давлением получил широкое распространение в начале 40-х годов XX века. Как правило, РО используют при изготовлении осесимметричных заготовок постоянного и переменного сечения в условиях горячей деформации. Иногда РО применяют для изготовления калиброванных прутков в условиях холодной и теплой деформации.

Ротационно- и радиально-обжимные машины применяются для обработки изделий, имеющих очень широкий диапазон размеров. Так, на ротационно-обжимных машинах обрабатывают изделия диаметром от 0,15 мм (сплошного профиля) до 320 мм (трубы); на радиально-обжимных машинах – сплошные профили диаметром до 400 мм и полые диаметром до 600 мм. Отличительной особенностью процесса является прерывистое и локальное приложении сил, что позволяет увеличить деформационную способность

материалов, в частности труднодеформируемых сплавов, в 2,5...3 раза [1]. В этом смысле, РО является инкрементальным методом, при котором общая деформация происходит многими маленькими шагами. Инкрементальные методы имеют преимущества относительно непрерывного метода, так как они позволяют осуществить более однородное деформирование материала. Кроме того, РО позволяет накапливать большую степень деформации, так как потенциал изменения формы материала используется по всему поперечному сечению. Второе преимущество инкрементальной деформации состоит в том, что трение минимизируется [4]. Инструмент имеет кратковременный контакт с заготовкой. Во время этого контакта происходят небольшие сдвиги между деталью и инструментом, поэтому при деформации ротационной ковкой смазка, как правило, не используют. В процессе обработки, заготовка вытягивается преимущественно в направлении продольной оси. Как негатив, структура материала

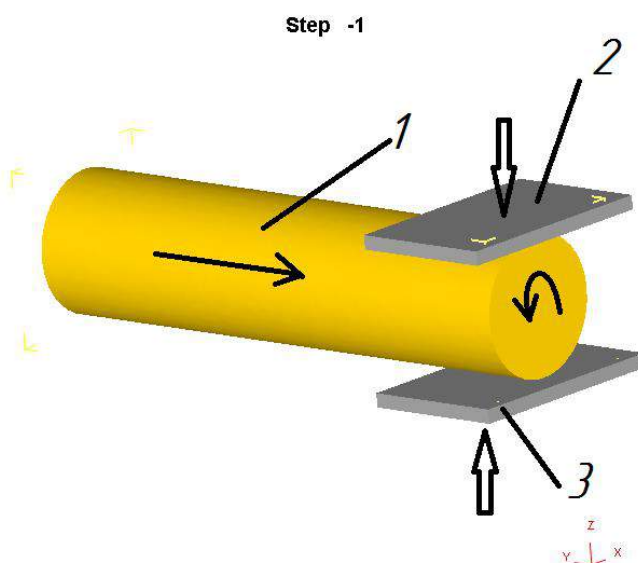
после такой обработки отличается вытянутостью зерен вдоль оси вытяжки и соответствует субструктурному типу с высокой долей малоугловых границ [2]. Материалы с таким типом структуры обычно характеризуются высокой анизотропией свойств и пониженной пластичностью, особенно после холодной обработки, что ограничивает сферу применения данного метода. Однако можно предположить, что используя определенные режимы ротационного обжатия можно достичь высоких значений накопленной деформации и сформировать тем самым ультрамелкозернистую структуру с большеугловыми границами зерен, таким образом ротационная ковка имеет потенциал как метод интенсивной пластической деформации (ИПД). Известно, что Получение ультрамелкозернистого (УМЗ) состояний методами интенсивной пластической деформации (ИПД)

позволяет значительно повысить служебные свойства различных металлов и сплавов [3]

В этой связи целью настоящей работы является исследование характера течения и распределения накопленной деформации на примере РО алюминиевого сплава плоскими бойками, снижающими интенсивность вытяжки в направлении продольной оси длинномерной заготовки.

#### Материалы и методика исследования

Исследование проводилось с помощью конечно-элементного моделирования в программном комплексе DEFORM-3D. Для создания геометрических моделей использовался программный продукт КОМПАС 3D. Исходная заготовка была диаметром 50 мм, длиной 200 мм из алюминиевого сплава AL1100. Схема РО приведена на рисунке 1.



**Рисунок 1.** Принципиальная схема РО:  
1 – заготовка, 2 – верхний боек, 3 – нижний боек

Граничные условия, допущения и параметры, принятые при моделировании:

- инструмент – абсолютно жесткое тело, заготовка – пластическое тело;
- заготовка разбита на 80000 конечных элементов;
- температура заготовки 20<sup>0</sup>С;
- фактор трения между инструментами и заготовкой  $f=0,4$ ;
- степень обжатия за один ход бойков  $\epsilon \sim 20\%$ ;
- свободный конец заготовки зафиксирован в процессе деформирования.

Технологическая последовательность математического моделирования: первый цикл – осадка заготовки бойками, далее кантовка на 90<sup>0</sup>С и осадка до получения квадратного сечения. Далее заготовку поворачивать перед каждым последующим ходом бойков на угол 30<sup>0</sup>±5<sup>0</sup> относительно продольной оси. Обработку проводить до получения сечения диаметром ~ 40мм за семь - восемь циклов обжатия.

Относительную или геометрическую степень деформации рассчитываем по формуле (1):

$$\epsilon = \frac{F_1 - F_2}{F_1} = \frac{d_1^2 - d_2^2}{d_1^2} = \frac{1964,5 - 1256,6}{1964,5} = 0,36, \quad (1)$$

где  $F_1$  и  $F_2$  – площади поперечного сечения соответственно заготовки и поковки.

#### Результаты исследования

В ходе моделирования было исследовано напряженно-деформированное состояние заготовки в процессе многоциклового пластической обработки.

Первые два цикла обжатия показывают, что деформация в центре заготовки заметно выше, чем в периферийной области (рисунок 3). В периферийной области даже присутствуют участки с незначительной деформацией, близкой к 0.

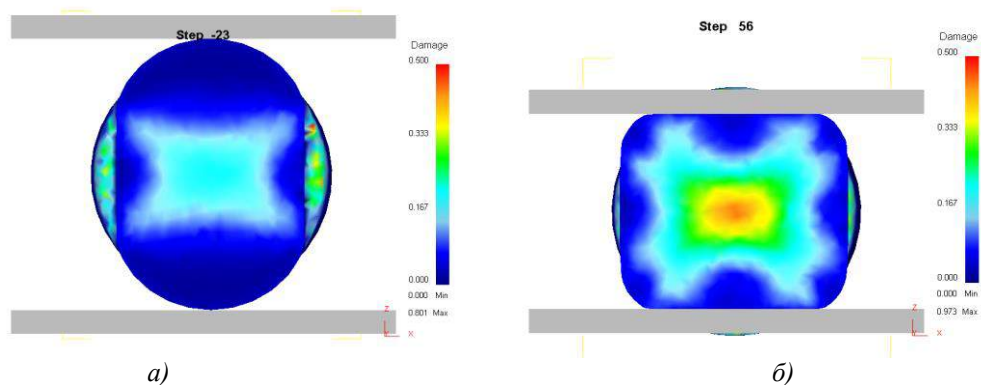


Рисунок 2. Картина деформированного состояния (поворот заготовки на  $90^{\circ}$ ): до деформации – а, после деформации – б.

Дальнейшая деформация с предварительной кантовкой заготовки на  $30^{\circ}$ - $35^{\circ}$  приводит к заметному выравниванию деформированного состояния заготовки (см. рисунок 3). При этом поперечное сечение заготовки приближается к кругу. Площадь конечного сечения составляет около 65% от исходной, а средняя накопленная деформация после седьмого обжатия составляет около  $\epsilon=1.25$ .

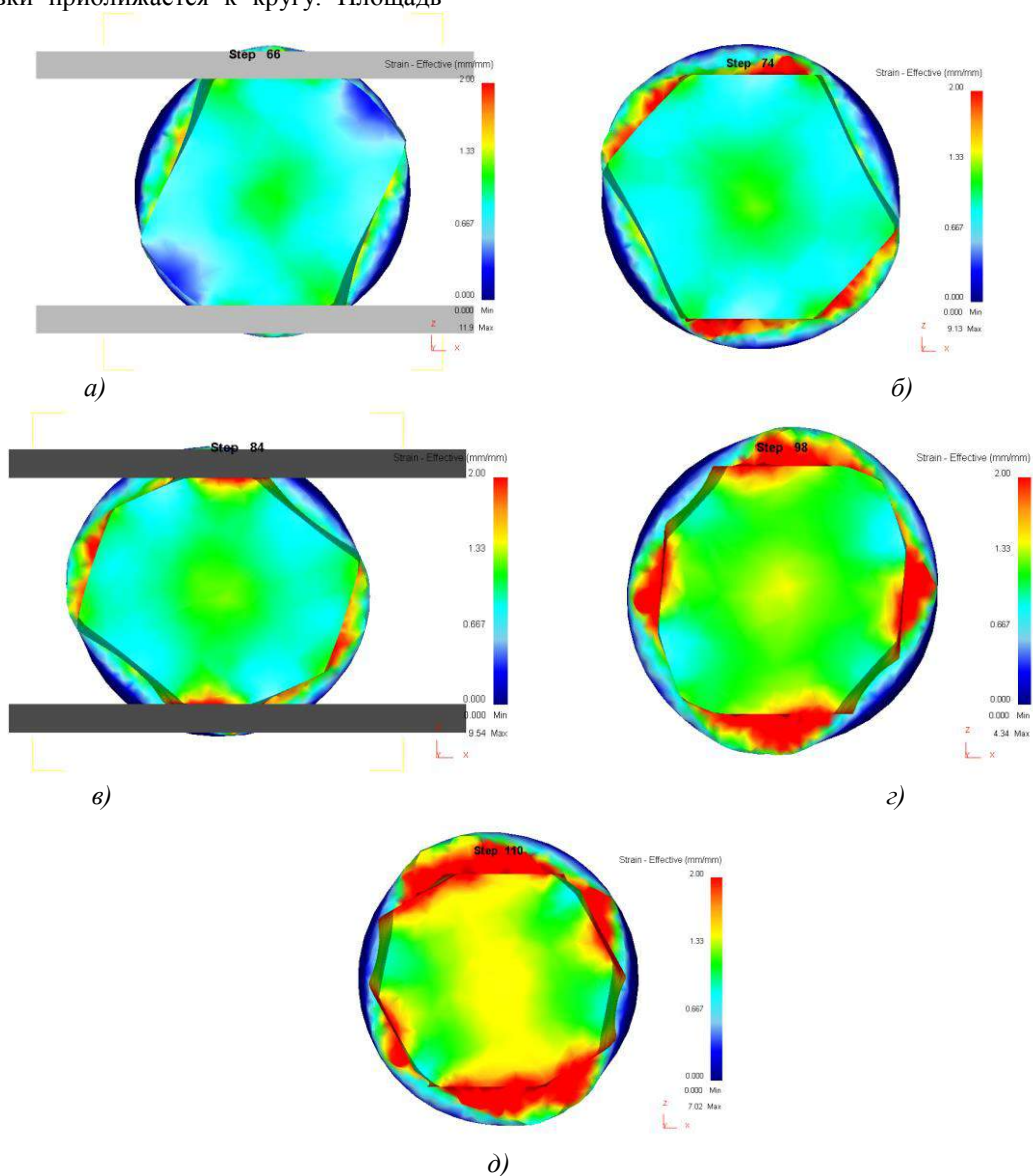


Рисунок 3. Картины деформированного состояния в процессе последовательной обработки РО:  $75^{\circ}$  - а),  $115^{\circ}$  - б),  $150^{\circ}$  - в),  $190^{\circ}$  - г),  $225^{\circ}$  - д)

Величины накопленной деформации по переходам обработки представлены в таблице. Анализ полученных данных показывает, что разница между максимальным и минимальным значением достигает максимальной величины после третьего обжата.

После последующих обжатов наблюдается стабилизация разницы величин максимальных и минимальных значений.

**Таблица 1** – Значение накопленной деформации

№п/п	Угол поворота, град.	Минимальная накопленная деформация, мм/мм	Максимальная накопленная деформация, мм/мм	Разность накопленной деформации, мм/мм
1	0	0,015	0,344	0,329
2	90	0,126	0,562	0,436
3	75	0,354	1,120	0,766
4	115	0,836	1,200	0,364
5	150	0,847	1,220	0,373
6	190	0,816	1,380	0,564
7	225	0,973	1,510	0,573
Среднее значение разности накопленной деформации				0,486

Следует отметить, что при уменьшении площади поперечного сечения со значения 1964,5 мм<sup>2</sup> до 1256,6 мм<sup>2</sup> (на 36% - относительная геометрическая деформация) удается получить средний уровень накопленной деформации  $\epsilon=1.25$ , что соответствует уменьшению исходной площади при редуцированной обработке до 561мм<sup>2</sup>.

#### Заключение

1. В результате проведенных исследований показано, что при взаимно перпендикулярном обжати плоскими бойками исходно круглого сечения алюминиевой заготовки и в центре накопленная деформация заметно выше, чем в периферийной области (рисунок 3). Так в периферийной области присутствуют участки с незначительной деформацией, близкой к 0 при  $\epsilon=0.5$  в центре заготовки.

2. Средняя накопленная деформация заготовки после 7 ходов бойков составила  $\epsilon=1.25$ , при этом среднее значение разности накопленной деформации составило  $\epsilon=0,486$  и наблюдается тенденция стабилизации этого значения.

3. Максимальная накопленная деформация, на любой стадии обработки, имеет наибольшее значение в центре заготовки, что характерно для процессов свободной осадки.

4. Важным является тот факт, что при уменьшении площади поперечного сечения со значения 1964,5 мм<sup>2</sup> до 1256,6 мм<sup>2</sup> (на 36%) удается получить средний уровень накопленной деформации  $\epsilon=1.25$ , что соответствует уменьшению исходной площади до 561мм<sup>2</sup>. Следовательно, использование РО для пластического структурообразования в качестве метода ИПД имеет перспективы.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 14-19-01062) в ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет».

#### Список литературы:

1. Радюченко Ю.С. Ротационное обжатие. М.:Машиностроение, 1972. 176 с.
2. Ковка на радиально-обжимных машинах // В. А. Тюрин, В. А. Лазоркин, И. А. Пospelов и др. М.: Машиностроение, 1990. 256 с.
3. Валиев Р.З., Александров И.В., 2007, Объемные наноструктурные металлические материалы: получение, структура и свойства М.: Академкнига 398 с.
4. Аркаим – станки и линии [Электронный ресурс] // URL: <http://arkaim21vek.ru/content/pictures/ever/rotary2.pdf> (дата обращения: 23.03.2015)

Фейзиев Г.К.<sup>1</sup>, Гусейнова Г.Г.<sup>2</sup>, Асланзаде Н.Р.<sup>3</sup>

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ Н – КАТИОНИРОВАНИЯ ПРИ ОБЕССОЛИВАНИИ ВОДЫ

<sup>1</sup>док. тех. наук, профессор, Азербайджанский Архитектурно Строительный Университет, Баку

<sup>2</sup>канд. тех. наук, доцент, Азербайджанский Архитектурно Строительный Университет, Баку

<sup>3</sup>Азербайджанский Архитектурно Строительный Университет, Баку

### IN WATER DESALINATION WAYS TO INCREASE THE EFFICIENCY OF H-CATION

*Feyziyev Hasan Gulu*

*Doctor of Science, professor of Azerbaijan Architecture and Construction University, Baku*

*Huseynova Gulnar Hasan*

*Candidate of Science, assistant professor of Azerbaijan Architecture and Construction University, Baku*

*Aslanzada Namig Rustam*

*Azerbaijan Architecture and Construction University, Baku*

*Ключевые слова: Н-катионитный фильтр, кислота, щелочь, умягченная вода, регенерация ионов*

*Keywords: H-cation filter, acid, alkali, softened water, ion regeneration*

При обессоливании пресных вод для нужд энергетики наиболее эффективным является метод химического обессоливания. При этом, основными критериями являются экономическая и экологическая эффективности выбранного метода обессоливания. Рациональная технология химобессоливания воды должна одновременно снизить расходы и щелочи, и кислоты для регенерации ионитных фильтров установки. В противном случае это бессмысленно, так как при избытке щелочи или кислоты придется использовать соответствующий реагент, чтобы получить нейтральные стоки из установки химического обессоливания воды.

В известных способах химического обессоливания воды удельный расход серной кислоты для регенерации Н-катионитных фильтров первой ступени составляет в лучшем случае не менее  $1,5 \div 2$  г-экв/г-экв, а используется при этом лишь около  $25 \div 35$  % полной обменной емкости катионитов [1-2]. Теоретически имеется возможность снизить расход кислоты на регенерацию до стехиометрического с одновременным повышением обменной емкости катионитов и уменьшением количества сточных вод [2-4].

Общеизвестно, что при Н-катионировании воды ионы кальция, магния и натрия (калия) замещаются на ионы водорода, а в процессе регенерации эти ионы вытесняются ионами водорода. В качестве регенерационного раствора применяется обычно раствор серной кислоты. С этой целью может быть использован также раствор соляной кислоты с более высокой концентрацией, если последнее технико-экономически обосновано. В связи с тем, что селективность катионитов к ионам кальция выше, чем к ионам магния, и существенно выше, чем к ионам натрия, в процессе обработки воды катионитами наилучшим образом поглощаются двухзарядные ионы кальция и магния. В процессе же регенерации эти двухзарядные ионы хуже вытесняются, особенно

разбавленными растворами серной кислоты. Для более рациональной организации процесса обессоливания воды и выявления влияния отдельных факторов на общий процесс обессоливания были проведены лабораторные исследования.

Исследовались отдельно условия вытеснения ионов кальция, магния и натрия. С этой целью катионит переводился в кальциевую, магниевую и натриевую формы путем фильтрования через них растворов хлористой соли с концентрацией 10 мг-экв/л до равновесного состояния. Регенерация фильтра осуществлялась раствором серной или соляной кислоты. При регенерации раствором серной кислоты концентрация раствора составляла 1,5 %, а соляной кислоты - 1,5 и 4 %.

Результаты опытов показали, что наилучшей регенерируемостью обладает катионит, находящийся в Na-форме, наихудшей - в Ca-форме. Так, например, если катионит находится в Ca-форме, то при 2-кратном расходе серной или соляной кислоты обменная емкость КУ-2-8 составляет соответственно 420 или 700 г-экв/м<sup>3</sup> в то время как даже при 1,2-кратном расходе серной или соляной кислоты обменная емкость КУ-2-8, находившегося в Na-форме, составляет соответственно 1100 или 1500 г-экв/м<sup>3</sup> [3].

При Н-катионировании воды, содержащей только соли натрия, даже стехиометрический расход кислоты (особенно соляной) позволяет получить высокую обменную емкость катионитов. Однако этот показатель сам по себе не позволяет сделать окончательного вывода о целесообразности процесса и требует дополнительного изучения влияния других факторов. Дело в том, что в рассматриваемом случае очень сложным является вопрос получения необходимой глубины обработки воды, поскольку это связано с необходимостью высокой степени регенерации катионитов.

На основании закона действующих масс для разбавленных растворов можно написать:

$$\frac{E_{Na}}{E_H} = K''_{Na, H} \frac{[Na]_{\phi}}{[H]_{\phi}} \quad (1)$$

Проведем некоторые преобразования этого уравнения с учетом следующих обстоятельств: 1) обменную емкость катионита по ионам натрия можно выразить как разность полной обменной емкости  $E_{\Pi}$  и обменной емкости по ионам водорода  $E_H$ , т. е.  $E_{Na} = E_{\Pi} - E_H$ ; 2) отношение обменной емкости катионита по ионам водорода к полной его обменной емкости представляет собой коэффициент эффективности регенерации катионита  $\alpha_3 = E_H/E_{\Pi}$ ; сумма ионов водорода  $[H]_{\phi}$  и ионов натрия  $[Na]_{\phi}$  в фильтрате может быть представлена как разность суммы всех катионов в исходной воде и щелочности этой воды, т. е.  $[Na]_{\phi} + [H]_{\phi} = C_{исх} - Щ_{исх} = A_{с.к.}$ . С учетом изложенного уравнение (1) примет вид:

$$\frac{E_{\Pi} - E_H}{E_H} = K''_{Na, H} \frac{[Na]_{\phi}}{A_{с.к.} - [Na]_{\phi}} \quad (2)$$

или:

$$\frac{E_{\Pi} - \alpha_3 E_{\Pi}}{\alpha_3 E_{\Pi}} = K''_{Na, H} \frac{[Na]_{\phi}}{A_{с.к.} - [Na]_{\phi}} \quad (3)$$

откуда:

$$\frac{1 - \alpha_3}{\alpha_3} = K''_{Na, H} \frac{[Na]_{\phi}}{A_{с.к.} - [Na]_{\phi}} \quad (4)$$

А с.к.,  
мг-  
экв/л

Коэффициент эффективности регенерации  $\alpha_3$

	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,97	0,99	0,995	0,999
2,5	1388,9 ----- 1,9	1136,3 ----- 1,0	892,8 ----- 0,6	657,9 ----- 0,3	431,0 ----- 0,2	211,9 ----- 0,1	105,0 ----- 0,0	62,8 ----- 0,0	20,9 ----- 0,0	10,4 ----- 0,0	2,1 ----- 0,0
5,0	2777,8 ----- 7,7	2272,7 ----- 4,1	1785,7 ----- 2,3	1315,8 ----- 1,3	862,1 ----- 0,6	423,7 ----- 0,3	210,0 ----- 0,1	125,6 ----- 0,1	41,7 ----- 0,0	20,9 ----- 0,0	4,2 ----- 0,0
10	555,6 ----- 30,7	4545,5 ----- 16,4	3571,4 ----- 9,1	2631,6 ----- 5,0	1724,1 ----- 2,6	847,5 ----- 1,0	420,2 ----- 0,5	251,3 ----- 0,3	83,4 ----- 0,1	41,7 ----- 0,0	8,3 ----- 0,0

Решая уравнение (4) относительно  $[Na]_{\phi}$ , получаем:

$$[Na]_{\phi} = \frac{A_{с.к.}}{1 + K''_{Na, H} \alpha_3 / (1 - \alpha_3)} \quad (5)$$

Таким образом, остаточная концентрация ионов натрия в фильтрате в зависимости от коэффициента регенерации определяется по формуле (5); результаты расчетов приведены в таблице 1. Коэффициент ионного обмена при обмене ионов натрия на ионы водорода для катионита КУ-2-8 равен  $K''_{Na, H} = 1,2$  [5].

С целью сравнения влияния эффективности регенерации на остаточное содержание ионов натрия и кальция в фильтрате выведем также уравнения для определения остаточного содержания ионов кальция в H-катионированной воде. На основании закона действующих масс напишем:

$$\frac{E_{Ca}}{E_H^2} = K''_{Ca, H} \frac{[Ca]_{\phi}}{[H]_{\phi}^2} \quad (6)$$

Учитывая, что  $E_H = \alpha_3 E_{\Pi}$ ;  $E_{Ca} + E_H = E_{\Pi}$  и  $[H]_{\phi} = C_{исх} - Щ_{исх} - [Ca]_{\phi} = A_{с.к.} - [Ca]_{\phi}$ , получим:

$$\frac{1 - \alpha_3}{\alpha_3^2 E_{\Pi}} = K''_{Ca, H} \frac{[Ca]_{\phi}}{(A_{с.к.} - [Ca]_{\phi})^2} \quad (7)$$

Таблица 1

Остаточная концентрация ионов натрия и кальция в фильтрате, мкг-экв/л

Примечание. Цифры в числителе обозначают концентрацию ионов Na, в знаменателе – Ca.

Решая уравнение (7) относительно  $[Ca]_ф$ , получаем:

$$[Ca]_ф = A_{с.к} - \frac{\alpha_3^2 E_{н} K''_{Ca, H}}{1 - \alpha_3} \times \left( \sqrt{A_{с.к} + \frac{\alpha_3^2 E_{н} K''_{Ca, H}}{4(1 - \alpha_3)}} - 0,5 \right) \quad (8)$$

Если учесть, что  $[Ca]_ф \ll C_{исх} - Ш_{исх}$ , то получим более простое уравнение:

$$[Ca]_ф = \frac{1 - \alpha_3}{\alpha_3^2} \frac{A_{с.к}^2}{E_{н} K''_{Ca, H}} \quad (9)$$

По формуле (9) определялись значения остаточного содержания ионов кальция в фильтрате в зависимости от коэффициента эффективности регенерации. Значение  $K''_{Ca, H}$  бралось из [5]. Результаты расчетов также приведены в таблице. Для получения приемлемых значений остаточного содержания ионов натрия в фильтрате, требуемых при обессоливании воды, степень регенерации катионита должна составлять более 99 %, т. е. необходима практически полная регенерация катионита, тогда как относительно ионов кальция достаточной является степень регенерации катионита около 40 %, т. е. необходимо обеспечить менее чем половинную его регенерацию. Таким образом, если H-катионитный фильтр перед регенерацией кислотой находится в Na-форме, то для получения фильтрата с требуемым остаточным содержанием ионов натрия необходима очень высокая степень регенерации фильтра и, следовательно, большой расход реагента на регенерацию. Это видно также из данных [5], согласно которым для получения необходимой степени очистки с повышением доли ионов натрия в обрабатываемой воде расход кислоты на регенерацию повышается, увеличивая стоимость обработки воды, а самым плохим условиям соответствует случай, когда в составе обрабатываемой воды находятся только натриевые соли.

Таким образом, с одной стороны, если катионит находится в Na-форме, то существенно улучшается регенерируемость его кислотой и появляется возможность получить высокую обменную емкость при умеренном расходе кислоты, а с другой стороны, сильно ухудшаются условия получения необходимого качества фильтрата и приходится повышать расход кислоты, чтобы увеличить степень регенерации катионита и улучшить качество фильтрата.

Следовательно, при H-катионировании раствора натриевых солей основным затруднением, усложняющим процесс обработки воды, является обеспечение необходимого качества фильтрата. Поэтому и при H-катионировании пресных вод необходимо применять такие схемы и конструкции ионитных фильтров, которые в необходимых случаях даже при стехиометрическом расходе кислоты позволят получить необходимую степень регенерации выходных слоев катионита, последними соприкасающимися с обрабатываемой водой, и тем самым обеспечить высокое качество фильтрата. С этой

целью не могут быть использованы прямоточные фильтры и обязательным условием является применение противоточных или двухпоточно-противоточных фильтров.

Перед регенерацией H-катионитного ДП фильтра кислотой, весь объем катионита или же его слой над средним дренажным устройством переводится в Na-форму. Более экономичным является второй способ. При этом для перевода катионита в Na-форму можно использовать привозные натриевые соли или нейтральный отработанный регенерационный раствор (ОРР) анионитных фильтров данной химобессоливающей установки.

С учетом известных недостатков противоточной конструкции фильтров, в АзАСУ разработана технология двухпоточно-противоточного ионирования на двухпоточно-противоточных (ДП) фильтрах [6-8]. ДП-фильтры могут эксплуатироваться в двух режимах: двухпоточной подачи обрабатываемой воды и двухпоточной подачи регенерационного раствора. Первый режим обычно используется на установках с большой производительностью, так как производительность ДП-фильтра почти в 2 раза превосходит производительность обычных прямоточных фильтров. Независимо от этих режимов загрузка ионита, расположенного под СРУ, всегда работает по противоточной схеме. Причем этот слой ионита, как правило, находится в неподвижном состоянии, что обеспечивается потоком обрабатываемой воды (регенерационного раствора), подаваемого сверху в фильтр, позволяет снизить удельный расход регенерата в ДП-фильтрах в 1,5÷2 раза по сравнению с обычными прямоточными фильтрами. Таким образом, использование ДП-конструкции фильтров позволяет снизить удельный расход реагентов на регенерацию, расход воды на собственные нужды, количество образующихся при регенерации стоков и сбросных солей в их составе, а также повысить производительность в рабочем режиме почти в два раза.

Разработанные в АзАСУ технологии химобессоливания воды с использованием двухпоточно-противоточных фильтров внедрены на ТЭЦ № 21 Мосэнерго, на ТЭЦ в городе Нижний-Новгород, на ТЭЦ № 3 в городе Минск, на ТЭЦ-1 и ТЭЦ-3 в городе Казань и др.

Эксплуатация этих установок показала, что удельные расходы кислоты и щелочи снижаются практически до стехиометрического значения (соответственно, 1,0-1,0-1,1 г-экв/г-экв). Рабочая обменная емкость катионита КУ-2-8 повышается в 1,5-2 раза [3,9,10].

#### Список литературы

1. Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике учебное пособие для вузов. М.: Издательство МЭИ, 2003
2. Фейзиов Г.К. Высокоэффективные методы умягчения, опреснения и обессоливания воды. М., Энергоатомиздат, 1988
3. Фейзиов Г.К. Высокоэффективные методы умягчения, опреснения и обессоливания воды. Изд. 2-е, перераб. и доп. Баку «Тахсил» ТПП, 2009

4. Фейзиев Г.К., Джалилов М.Ф., Гусейнова Г.Г. Об экологически чистых и ресурсосберегающих технологиях водоприготовления Журнал Энергетика, Известия вуз-ов и энергетических объединений СНГ, Минск 2005, № 6

5. Теоретические основы деминерализации пресных вод/ М. М. Сенявин, Р.Н. Рубинштейн, И.В. Комарова и др. М.: Наука, 1975.

6. А.с. 676311 СССР, МКИ<sup>2</sup>В 013,1/09//С 02В 1/76 Способ регенерации ионитных фильтров/ Г.К. Фейзиев // Открытия, Изобретения 1979, № 28

7. А.с. 998 372 СССР, М.Кл<sup>3</sup> С02Г 1/42 Способ ступенчато-противоточного ионирования воды/ Г.К. Фейзиев// Открытия, Изобретения 1983, № 22

8. Azərbaycan Respublikasının patenti (ixtira) a 20100204. İkiselli-əksaxınlı süzgəclərdə suyun azaldılmış reagent sərfi ilə H-kationlaşması üsulu. 10.06.2004. Feuziyev H.Q., Aslanzadə N.R. və b.

9. Федосеев Б.С. Сокращение потребления химических реагентов на тепловых электростанциях, Санкт-Петербург, 1992

10. Низамов Р.Р. О результатах внедрения двухпоточно-противоточной технологии обессоливания воды на Казанской ТЭЦ-1. Энергетика-Теплоэнергетика (материалы семинара, «Улучшение воднохимического режима на электростанциях и внедрение новых ресурсосберегающих, экологически чистых технологий приготовления воды»). 2002, №3.

*Дворянкин Андрей Сергеевич*

## АППАРАТ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ ЗНАНИЙ

*студент-бакалавр, Пензенский Государственный Университет, г. Пенза*

### THE DEVICE OF THE INTEGRATED EQUATIONS FOR THE DESCRIPTION OF DYNAMIC MODELS IN VARIOUS FIELDS OF KNOWLEDGE

*Andrey Dvoriankin*

*student, Penza State University, Penza*

#### АННОТАЦИЯ

*Работа посвящена обзору возможностей применения интегральных динамических моделей (ИДМ) в моделировании различных процессов. Конкретно, речь пойдет о таких областях применения, как оптимальное управление вводом генерирующих мощностей электроэнергетических систем; приложения в экологии; применение интегральных моделей в экономико-математических исследованиях, в том числе в задаче минимизации трудозатрат при заданном выпуске полезного продукта; при решении задачи идентификации параметров электрических сетей.*

#### ABSTRACT

*Work is devoted to the review of opportunities of application of the integrated dynamic models in modeling of various processes. Specifically, it will be a question of such scopes as optimum control of input of the generating capacities of electrical power systems; applications in ecology; application of integrated models in economic-mathematical researches, including in a problem of minimization of labor costs at the set release of a useful product; at the solution of a problem of identification of parameters of electric networks.*

*Ключевые слова: интегральные динамические модели, уравнение Вольтерра.*

*Keywords: integrated dynamic models, Voltaire's equation.*

#### 1. Введение

Интегральные динамические модели в моделировании могут описываться, например, следующими интегральными уравнениями Вольтерра I рода

$$\int_{a(t)}^t K(t,s)\varphi(s)ds = f(t), t \in [t_0, T], \quad (1)$$

где ядро  $K(t,s)$  определяет динамику старения системы,  $a(t)$  — время жизни старейшей единицы оборудования, находящейся в эксплуатации в момент времени  $t$ . В уравнении помимо ядра и правой части в нижнем пределе интегрирования задана функция  $a(t)$ ,  $a(t) < t$ ,  $a'(t) \geq 0$ ,  $t \in [t_0, T]$ .

Также применяются уравнения Вольтерра II рода вида

$$f(s) - \lambda \int_a^b K(s,t)f(t)dt = g(s). \quad (3)$$

Где  $g(s)$  — непрерывная функция при  $a \leq s \leq b$  и  $K(s,t)$  — непрерывная функция в треугольнике  $a \leq s \leq b$ ,  $a \leq t \leq b$ .

Ядро интегрального уравнения задается следующим образом

$$K(s,t) = \begin{cases} K(s,t), & t \leq s \\ 0, & t > s \end{cases}, \quad (4)$$

Другими словами, ядро обращается в ноль при условии  $t > s$  и само уравнение является частным случаем интегрального уравнения Фредгольма 2)

Принципиальное отличие динамической интегральной модели от других интегральных моделей заключается в том, что верхний предел совпадает с



текущим моментом времени  $t$ .

Соотношения (1) и (2) могут описывать как скалярные, так и векторные динамические системы. В случае описания векторной динамической системы  $f(t)$  является векторной функцией, а  $K(t, s)$  — матрицей соответствующей размерности.

Интегральные динамические модели находят свое применение во многих сферах моделирования. Ниже приводятся некоторые примеры.

**2. Применение ИДМ в различных сферах**

Одним из применений интегрального уравнения Вольтерра I рода является использование его при решении задачи оптимального управления вводом генерирующих мощностей ЭЭС.

В качестве целевого тут принят функционал затрат [3]

$$I(x(t)) = \int_{t_0}^T a^{t-t_0} \left\{ \sum_{i=1}^3 \int_{t-c_i(t)}^t u_i^i(t) - s(u_2^i(s)x_i(s)ds) \right\} dt + \int_{t_0}^T a^{t-t_0} \sum_{i=1}^3 k_i(t)x_i(t)dt, \tag{5}$$

в котором первое слагаемое отражает эксплуатационные затраты, второе — затраты на ввод новых генерирующих мощностей. Здесь

$u_1(t-s) \equiv (u_1^1(t-s), u_1^2(t-s), u_1^3(t-s))$  — коэффициенты увеличения в момент времени  $t$  затрат на эксплуатацию мощностей, введенных в момент  $s$  (с увеличением срока эксплуатации  $t-s$  — эта величина возрастает в силу роста затрат на ремонт оборудования) для трех типов станций;

$u_2(t) \equiv (u_2^1(t), u_2^2(t), u_2^3(t))$  — удельные затраты на эксплуатацию мощности, введенной в момент  $t$ ;

$k(t) \equiv (k_1(t), k_2(t), k_3(t))$  — затраты на ввод единицы мощности в момент  $t$  (по трем типам станций);

$a^{t-t_0}$  — коэффициент дисконтирования затрат,  $0 < a < 1$ .

$c_i(t)$  — управляющая функция.

**Интегральные модели динамических систем в экологии**

Использование интегральных моделей в экологических приложениях позволяет эффективно описывать действие таких важных внутрипопуляционных факторов, как возрастная структура популяции и эффект запаздывания.

Интегральная модель, рассматриваемая в данной работе, в экологии соответствует моделям, учитывающим влияние возрастной структуры популяции на её динамику [4]:

$$B(t) = \bar{B}(t) + \int_0^t m(\tau)l(\tau)B(t-\tau)d\tau, t \geq 0, \tag{6}$$

где  $\bar{B}(t) = \int_t^T m(\tau)l(\tau)\varphi(\tau-t)d\tau, 0 \leq t \leq T$ .

Здесь  $B(t)$  — интенсивность рождаемости: число особей, рождающихся в единицу времени в момент  $t$ ;  $m(\tau)$  — специфическая возрастная рождаемость: среднее число потомков, рождаемых особью возраста  $\tau$  в единицу времени;  $l(t)$  — выживаемость: доля особей по возрасту  $\tau$ ;  $\varphi(\tau)$  — начальное (при  $t=0$ ) распределение особей по возрасту  $\tau$ ;  $T$  — верхняя граница возраста.

**Описание двухсекторной макроэкономической модели**

Применение интегральных моделей в экономико-математических исследованиях вызвано необходимостью учета разнородности используемых производственных мощностей в условиях научно-технического прогресса.

Рассмотрим следующий вариант двухсекторной макроэкономической модели В.М. Глушкова [1]

$$m(t) = \int_{a_1(t)}^t \alpha(\tau, t)y(\tau)m(\tau)d\tau, \tag{7}$$

$$c(t) = \int_{a_2(t)}^t \beta(\tau, t)[1-y(\tau)]m(\tau)d\tau, \tag{8}$$

$$P(t) = \int_{a_1(t)}^t y(\tau)m(\tau)d\tau \tag{9}$$

$$+ \int_{a_2(t)}^t [1 - y(\tau)]m(\tau)d\sigma, \tag{10}$$

с начальными условиями  $a_1(t_0) = a_1^0 \geq 0, a_2(t_0) = a_2^0 \geq 0, y(\tau) = y_0(\tau), m(\tau) = m_0(\tau), \tau \in [0, t_0]$ .

Модель описывает взаимодействие двух групп производства: А — производство средств производства (новых рабочих мест (РМ) или фондов) и Б — производство предметов потребления.

Содержание функций модели:  $m(t)$  — количество новых РМ, создаваемых в единицу времени  $t$ ;  $\alpha(\tau, t)$  — производительность труда в группе А, т.е. количество РМ, создаваемых в единицу времени  $t$  на одном РМ, созданном в момент  $\tau$ ;  $y(t)$  — относительная доля созданных в момент  $t$  на одном РМ, остающихся в группе А;  $a_1(t)$  и  $a_2(t)$  — временные границы ликвидации (сворачивания) устаревших РМ в группах А и Б;  $c(t)$  — объём выпуска предметов потребления в единицу времени в момент  $t$ ;  $\beta(\tau, t)$  — производительность труда в группе Б, т.е. объём полезного продукта, выпускаемого в единицу времени в момент  $t$  на одном РМ, созданном в момент  $\tau$ ;  $N(t)$  — выпуск национального дохода в момент  $t$ ;  $\lambda(t)$  — цена

новых РМ, созданных в момент  $t$ .

Наиболее интересными для математической экономики являются задачи оптимального управления в динамических интегральных моделях.

#### Задача минимизации трудозатрат при заданном выпуске полезного продукта

Постановка задачи минимизации трудозатрат: при заданных  $c(t)$ ,  $\alpha(\tau, t)$ ,  $\beta(\tau, t)$  определить функции  $y(t)$ ,  $a(t)$ ,  $m(t)$ ,  $t \in [t_0, T]$

$$I = \int_{t_0}^T \int_{a(t)}^t m(\tau) d\tau dt \rightarrow \min \quad (12)$$

при ограничениях

$$m(t) = \int_{a(t)}^t \alpha(\tau, t) y(\tau) m(\tau) d\tau, \quad (13)$$

$$c(t) = \int_{a(t)}^t \beta(\tau, t) [1 - y(\tau)] m(\tau) d\tau, \quad (14)$$

$$0 \leq y(t) \leq 1, a(t) < t, a'(t) \geq 0, \quad (15)$$

и начальных условиях

$$a(t_0) = a_0 \geq 0, y(\tau) \equiv y_0(\tau), m(\tau) \equiv m_0(\tau), \tau \in [0, t_0]. \quad (16)$$

Рассмотрим теперь одно из применений интегрального уравнения Вольтерра II рода. Интегральные динамические модели на основе таких уравнений используются при решении задачи идентификации параметров электрических сетей.  $P(t)$  – общее количество РМ, участвующих в производстве в момент  $t$

В качестве примера рассмотрим стационарную электрическую цепь. Пусть электрическая цепь описывается интегральным уравнением Вольтерра II рода [3]

$$u(t) + \int_0^t K(t, s) u(s) ds = F(t), \quad (17)$$

$$K(t, s) = \sum_{j=0}^m p_j \frac{(t-s)^{j-1}}{(j-1)!}, m \in N,$$

$$F(t) = \int_0^t \frac{(t-s)^{m-1}}{(m-1)!} f(s) ds + \sum_{j=1}^{m-1} C_j \frac{t^j}{j!} + \sum_{j=1}^{m-1} p_j \sum_{k=0}^{m-j-1} C_k \frac{t^{k+j}}{(k+j)!}; \quad (18)$$

Здесь  $C_k$  – известные величины;  $p_j$  – идентифицируемые параметры;  $f(t)$ ,  $u(t)$  – соответственно входной и выходной сигналы исследуемой электрической цепи.

#### Список литературы

- [1] В.М. Глушков, *Кибернетика, вычислительная техника, информатика. Избранные труды, 3 том*, Киев: Наукова думка, ред. 1990 – 224 с.
- [2] И.В. Караулова, *Применение интегральных моделей для исследования стратегий обновления генерирующих мощностей в электроэнергетике*, Иркутск, 2006 – 112 с.
- [3] А.А Сытник, К.Н. Ключка, С.Ю. Протасов, *Применение интегральных динамических моделей при решении задачи идентификации параметров электрических цепей*, Томск: Известия Томского политехнического университета. Т. 322, 2013. – 4 с.
- [4] Ю.П. Яценко, *Интегральные модели систем с управляемой памятью*, Киев: Наукова думка, 1991. – 217 с.

*Доронин Д.О.<sup>1</sup>, Куприков Н.М.<sup>2</sup>, Павлов А.К.<sup>3</sup>, Иванов Б.В.<sup>4</sup>*

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ  
ОТРАБОТКЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА  
ЛОКАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ИНТЕРЕСАХ  
ОЧЕРЕДНОЙ РОССИЙСКОЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ**

<sup>1</sup>Науч. сотр., Общество с ограниченной ответственностью «Арктический центр», г. Санкт-Петербург

<sup>2</sup>М.н.с., Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет), г. Москва

<sup>3</sup>Канд. геогр. наук, м.н.с., ГИЦ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, г. Санкт-Петербург

<sup>4</sup>Канд. геогр. наук, зав. лаб., ГИЦ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, г. Санкт-Петербург

*COMPARATIVE ANALYSIS OF THE METEOROLOGICAL DATA OBTAINED IN THE DEVELOPMENT OF  
ADVANCED HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX FOR THE LOCAL MONITORING OF THE  
ENVIRONMENTAL OBJECTS IN THE INTERESTS OF REGULAR RUSSIAN ARCTIC EXPEDITION*

*Denis Doronin*

*Science researcher, LTD "Arctic center", Saint-Petersburg*

*Nikita Kuprikov*

*Junior science researcher, Moscow aviation institute (National Research University), Moscow*

*Alexey Pavlov*

*Ph.D in Geography science, junior science researcher, SSC «Arctic & Antarctic Scientific-Research Institute, Saint-Petersburg*

*Boris Ivanov*

*Ph.D in Geography science, head of laboratory, SSC «Arctic & Antarctic Scientific-Research Institute, Saint-Petersburg*

**АННОТАЦИЯ**

*В работе рассматриваются результаты совместной синхронной работы трёх метеорологических комплексов «iKolobok» rev. 1, «iKolobok» rev. 2 и Vaisala WXT520, с целью оценки качества данных, получаемых с помощью обновлённого прибора «iKolobok» rev. 2.*

**ABSTRACT**

*The work deals with results of the joint work of the three synchronous meteorological complexes «iKolobok» rev. 1, «iKolobok» rev. 2 and Vaisala WXT520, to assess the quality of data received via the updated device «iKolobok» rev. 2.*

*Ключевые слова: температура воздуха, влажность, атмосферное давление, синхронная эксплуатация.*

*Keyword: air temperature, humidity, air pressure, synchronous running.*

В результате предыдущего периода работы аппаратно-программного комплекса (АПК) «iKolobok» были выявлены некоторые конструктивные и технические недочёты. После внесения исправлений в АПК было проведено тестовое измерение в период с 16.12.2014 по 14.01.2015. В ходе доработки конструкции и усовершенствования приемо-передающего тракта и шасси переносного аппаратно-программного комплекса «iKolobok», регистрирующего основные метеорологические параметры среды (температуры воздуха, атмосферное давление, влажность), было получено качественно новое изделие, обладающее высокой погодозащищённостью и устойчивостью к кратковременным ударным нагрузкам и повышенным потенциалом расширения функциональности.

Лабораторные исследования показали, что конструкция обладает рядом преимуществ и показывает лучшую точность регистрации данных в

жестких условиях. С целью натурной проверки возможностей старой и новой версий приборов, была осуществлена зимняя эксплуатация приборов на действующей метеорологической станции. В качестве эталонной метеорологической станции была выбрана автоматическая метеорологическая станция (АМС) Vaisala WXT520, расположенная на крыше здания факультета географии и геоэкологии СПбГУ по адресу: Санкт-Петербург, 10 линия В.О., д. 35. Базирование на крыше выполняло также функцию ужесточения природных условий эксплуатации, поскольку на Васильевском Острове в зимний период на высоте 20 метров возможно сильное ветровое воздействие на точность измерений. Сильные ветровые и прочие стрессовые нагрузки предполагаются в качестве обычных состояний окружающей среды в местах эксплуатации прибора. Целью этой проверки было также выяснить, оказывают ли они влияние на регистрируемые

параметры, или программно-аппаратные комплексы обладают достаточной «погодозащищенностью».

Период синхронной эксплуатации всех трех метеорологических комплексов составил почти месяц. Поскольку АМС Vaisala WXT520 функционирует асинхронно, со сдвигами времени регистрации данных, данные регистрации синхронизировались и подвергались фильтрации: удалялись данные с пропусками в наблюдениях АМС Vaisala. По итогам фильтрации, было получено 646 синхронных

наблюдений за период развертывания программно-аппаратных комплексов, на основании которых было сделано статистическое описание и расчет корреляции испытываемых комплексов с эталонным.

В результате обработки данных были построены графики изменчивости температуры воздуха, атмосферного давления и относительной влажности со временем. На рисунке 1 (атмосферное давление) данные с трёх приборов практически идентичны. Различия лежат в пределах погрешности.

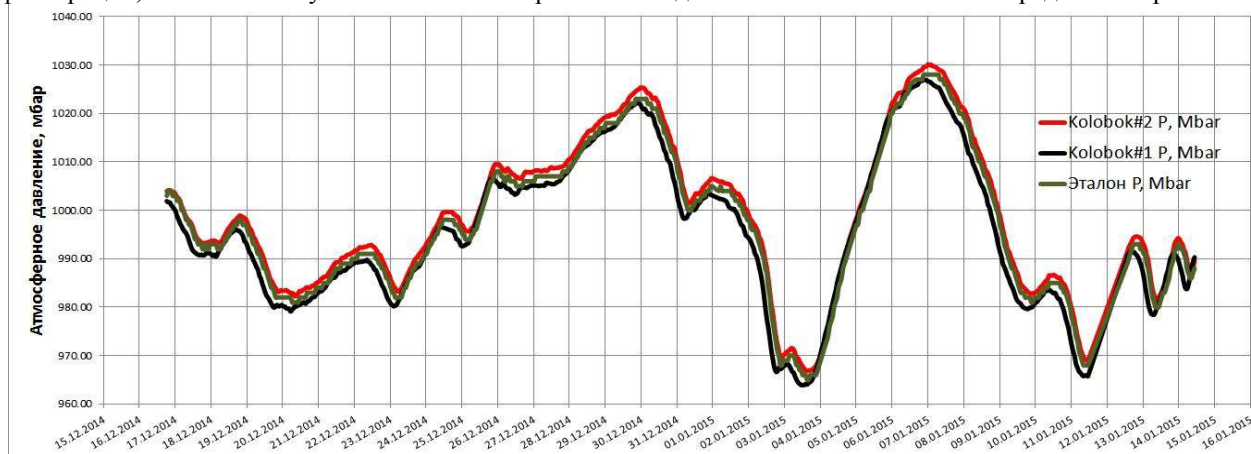


Рисунок 1. Ежечасные наблюдения показаний атмосферного давления (мбар) для iKolobok rev.1, iKolobok rev.2, Vaisala WXT520

По температуре сходимость рядов данных высокая. Незначительные флуктуации, скорее всего, связаны с конструктивными отличиями используемых датчиков.

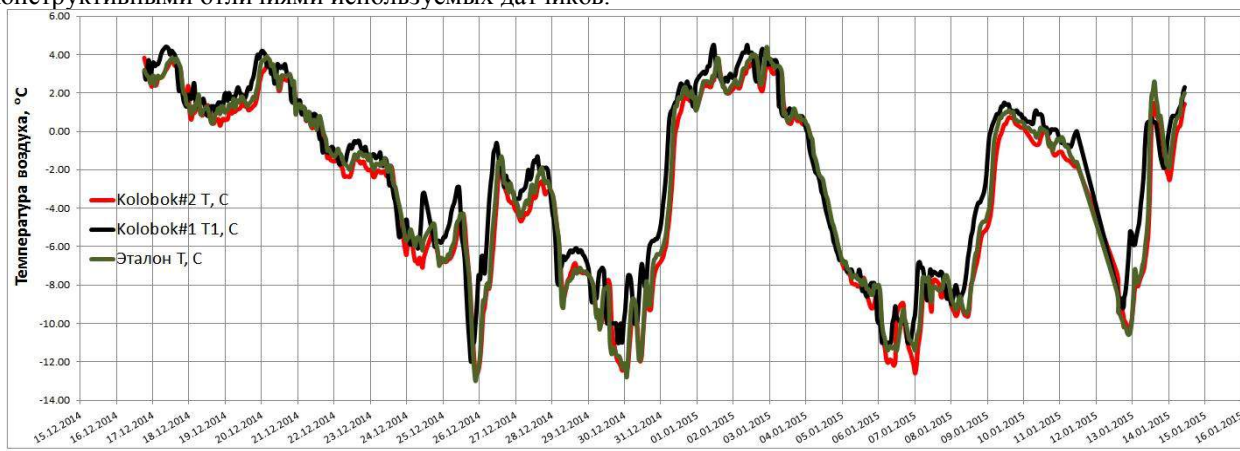


Рисунок 2. Ежечасные наблюдения показаний температуры воздуха (°C) для iKolobok rev.1, iKolobok rev.2, Vaisala WXT520.

Среди измеряемых параметров наибольшее отличие отмечается в данных относительной влажности. Данные получаемые с «iKolobok» обеих

версий занижены. Для первой ревизии (rev.1) разница может достигать 34.5 %.

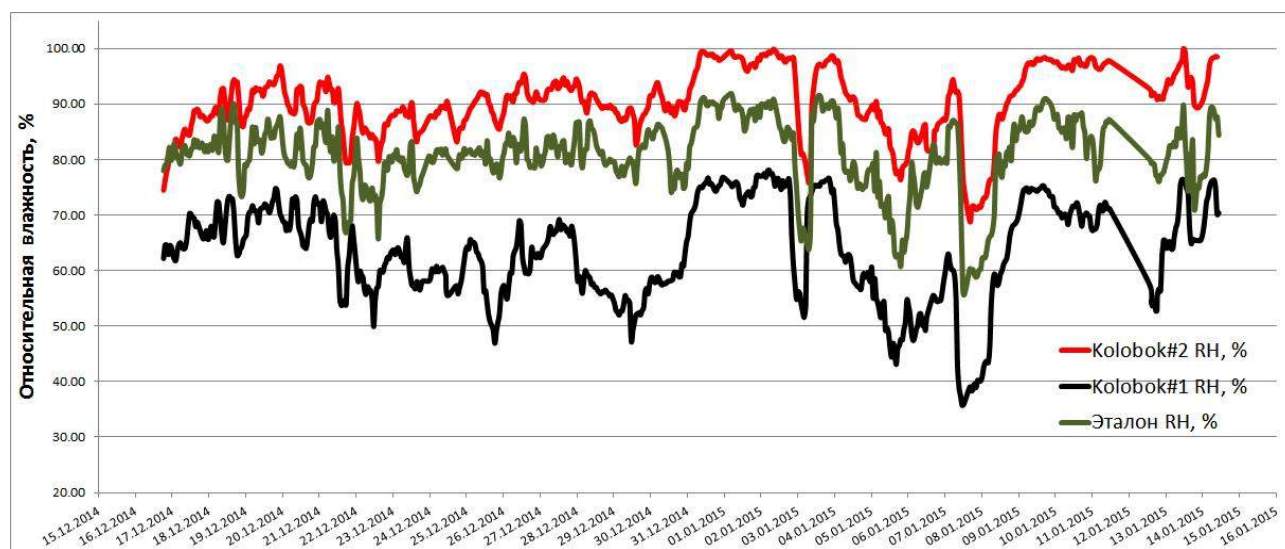


Рисунок 3. Ежечасные наблюдения показаний относительной влажности (%) для iKolobok rev.1, iKolobok rev.2, Vaisala WXT520.

Рассчитанные на основании синхронизированных и отфильтрованных рядов данных корреляционные матрицы приведены ниже. Усовершенствования программно-аппаратного комплекса слабо повлияло на точность измерения атмосферного давления, если сравнивать с эталонным

значением. Это связано с тем, что точность измерения данного параметра в первой версии устройства уже была высокой. Менее точный (согласно паспортным данным) датчик усовершенствованного «колобка» зарекомендовал себя как хорошая замена предыдущего.

Таблица 1  
Корреляционная матрица рядов данных температуры воздуха для iKolobok rev.1, iKolobok rev.2, Vaisala WXT520

	Vaisala WXT520	iKolobok rev.1	iKolobok rev.2
Vaisala WXT520	1	0,96	0,96
iKolobok rev.1		1	0,96
iKolobok rev.2			1

Изменение элементной базы и усовершенствование конструкции более существенно сказались на точности регистрации температуры

воздуха. В абсолютных величинах это выражается в увеличении коэффициента корреляции на 0,0324 (3%) относительно эталона.

Таблица 2  
Корреляционная матрица рядов данных относительной влажности для iKolobok rev.1, iKolobok rev.2, Vaisala WXT520

	Vaisala WXT520	iKolobok rev.1	iKolobok rev.2
Vaisala WXT520	1	0,74	0,87
iKolobok rev.1		1	0,76
iKkolobok rev.2			1

Самое сильное улучшение точности наблюдается в данных регистрации относительной влажности: выраженное в изменении коэффициента корреляции, оно достигает 0,1233 (12%). Улучшенная версия комплекса в итоге имеет корреляцию 0,87 с эталонным метеорологическим комплексом. Неточность измерений проявляется в стабильном завышении показаний примерно на 10%.

Суммарная погрешность измерений новой версии «iKolobok» и Vaisala WXT520 в диапазоне наблюдаемых значений около 90% влажности, согласно паспорту, может достигать 8,5%, что не позволяет однозначно судить о величине ошибки.

Помимо этого, необходимы дополнительные исследования и сравнения с иными, регулярно тарифируемыми и поверяемыми метеорологическими комплексами именно по регистрации данных относительной влажности. Если погрешность измерений действительно существует, она может быть вызвана не окончательно проведенной гидроизоляцией камеры, в которой установлены датчики, и недостаточной продуваемостью ее нижней части, что предполагается устранить в ближайшее время. Планируется использовать комплекс «iKolobok» для нужд очередной Российской Арктической экспедиции. Аппарат будет работать в

качестве помощника для бортовой метеорологической станции. Это отличная возможность для очередного тестирования прибора в суровых арктических условиях.

Работа выполнена при государственной поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук (МК-4049.2014.8) и стипендии Президента Российской Федерации для молодых ученых и аспирантов, осуществляющих перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики (СП-1895.2015.1).

#### Список литературы:

1. Доронин Д.О., Павлов А.К., Куприков Н.М., Журавский Д.М., Иванов Б.В. Сравнение данных о характеристиках приводного слоя атмосферы в Антарктике с помощью российских перспективных метеорологических средств измерений и мониторинга. М.: Вестник МАИ, 2015.

2. Куприков Н.М., Доронин Д.О., Журавский Д.М., Павлов А.К., Иванов Б.В. Сравнение данных о температуре приводного слоя атмосферы, полученных приборами различного типа в период 57-й Российской Антарктической экспедиции (тезисы докладов IV Международной конференции молодых ученых и

специалистов «Новое в геологии и геофизике Арктики, Антарктики и Мирового океана»). СПб.: ФГУП «ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга», 2014.

3. Куприков Н.М., Павлов А.К. Интеркалибрации данных мониторинга полярной (арктической) геофизической и гидрометеорологической обстановки в интересах эксплуатации авиационной инфраструктуры в Арктике (тезисы докладов I Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Инновационные материалы и технологии для строительства в экстремальных климатических условиях»). Архангельск, 2014.

4. Куприков Н.М., Журавский Д.М., Малыгин Д.В., Иванов Б.В., Павлов А.К. и др. Перспективные космические аппаратно-программные комплексы для повышения конкурентоспособности крупных инфраструктурных проектов в Арктическом регионе и на Дальнем Востоке. Казань: Вестник «КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева», 2014, №4.

5. Техническое описание измерительно-навигационного аппаратно-программного комплекса «Kolobok» и входящих в него компонентов (под редакцией Куприкова Н.М.). М.: ООО «Гагаринский старт», 2011.

*Зосько В.Н.<sup>1</sup>, Мухо В.И.<sup>2</sup>, Головина Л.Н.<sup>3</sup>*

### РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СОЕДИНЕНИЯ С ГАРАНТИРОВАННЫМ НАТЯГОМ В СРЕДЕ DELPHI

*<sup>1</sup>студент 4 курса, кафедра конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств ПИ СФУ, г. Красноярск*

*<sup>2</sup>студент 4 курса, кафедра конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств ПИ СФУ, г. Красноярск*

*<sup>3</sup>доцент кафедры «начертательная геометрия и черчение», научный руководитель*

#### Аннотация

*Данная статья посвящена разработке приложения расчета параметров соединения с гарантированным натягом с помощью среды Delphi.*

*Цель: создать приложение в среде Delphi для расчета параметров соединения с гарантированным натягом. Обеспечить корректный ввод входных параметров с последующим выводом выходных параметров.*

*Методы: решение поставленной задачи с помощью «поля допусков и рекомендуемые посадки» ГОСТ 25347-82.*

*Ключевые слова:*

*Посадка, натяг.*

В современном мире огромное значение придается процессам автоматизации. Автоматизация позволяет повысить производительность труда, улучшить качество продукции, оптимизировать процессы управления, отстранить человека от производств. Автоматизация, за исключением простейших случаев, требует комплексного, системного подхода к решению задачи. В состав систем автоматизации входят датчики (сенсоры), устройства ввода, управляющие устройства

(контроллеры), исполнительные устройства, устройства вывода, компьютеры и приложения.

Посадки во всех системах образуются сочетанием полей допусков, отверстия и вала.

Стандартами установлены две равноправные системы образования посадок: система отверстия и система вала. Посадки в системе отверстия - посадки, в которых различные зазоры и натяги получают сочетанием различных полей допусков валов с одним (основным) полем допуска отверстия.

Посадки в системе вала - посадки, в которых различные зазоры и натяги получают сочетанием различных полей допусков отверстий с одним (основным) полем допуска вала.

Обозначают посадки записью полей допусков отверстия и вала, обычно в виде дроби. При этом поле

допуска отверстия всегда указывается в числителе дроби, а поле допуска вала - в знаменателе.

На рисунке 1 представлен интерфейс приложения.

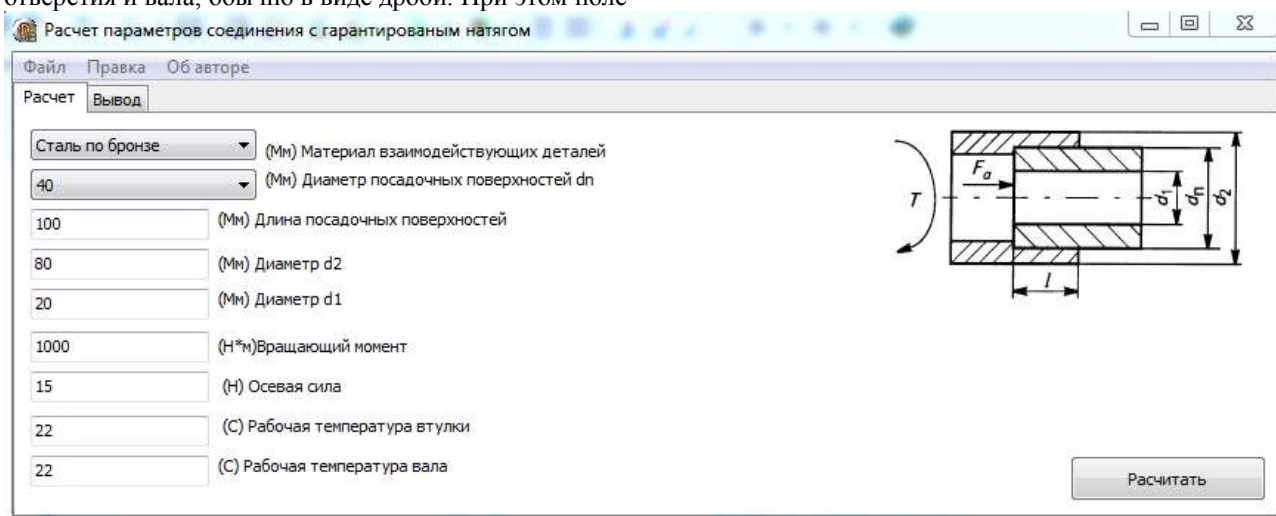


Рисунок 1. Интерфейс приложения

После заполнения входных параметров, программа рассчитывает максимальны и минимальные значения предельного натяга. После чего полученные

значения и табличные значения допусков выводятся в другом окне, что представлено на рисунке 2.

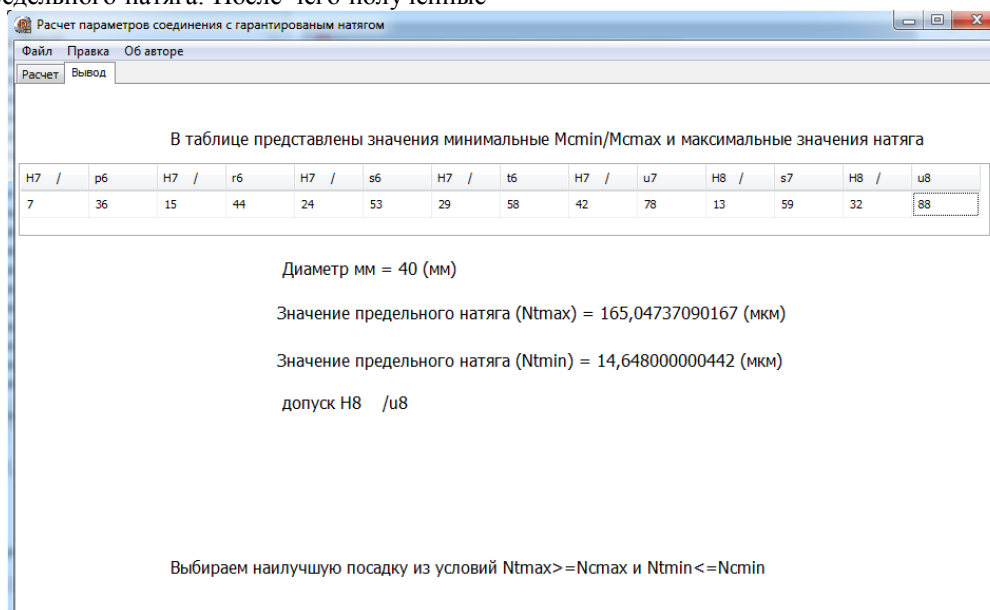


Рисунок 2. Выходные параметры

Основной расчет параметров соединения с гарантированным натягом в среде Delphi представлен на рисунке 3.



```

300 aa := pi * (sqr(dn)) * l * f; |
bb := pi * dn * l * f;
qq := 2 * 1000 * T;
uu := pi * dn * l * f;
tt := Fa / (pi * dn * l * f);
rr := (sqr(qq / aa)) + (sqr(tt));
if (aa > 0) and (bb > 0) and (tt > 0) then
  pmin := sqrt(tt)
else
begin
310 ShowMessage('Ошибка в вычислении Pmin');
Exit;
end;
zz := sqr(d1 / dn);
C1 := ((1 + zz) / (1 - zz)) - m1;
xx := sqr(dn / d2);
C2 := ((1 + xx) / (1 - xx)) + m2;
cc := (C1 / ee1) + (C2 / ee2);
vv := pmin * dn;
Npmin := cc * vv;
320 P1max := 0.58 * qtek11 * (1 - (sqr(d1 / dn)));
P2max := 0.58 * qtek22 * (1 - (sqr(dn / d2)));
if P2max < P1max then
  pmax := P2max //
else
  pmax := P1max;
Npmax := pmax * dn * cc;
if (1 / dn) < 0.7 then // delNr
  Rad1 := (1.6)
else
330 Rad1 := (3.2);
delNr := 2 * 5.1 * (2 * Rad1) * 0.3;
ddr := power((1 / dn), (1 / 3.2));
delNt := (((ad1 * (td1 - tsb)) - (ad2 * (td2 - tsb))) * dn);
ntmax := (Npmax * ddr) + delNr + delNt;
ntmin := Npmin + delNr + delNt;

```

Рисунок 3. Расчет параметров соединения с гарантированным натягом

Данное приложение позволяет сэкономить время. Исключает возможные ошибки не внимательности. Ускоряет процесс производства.

Вывод: разработанное приложение имеет простой и понятный интерфейс для пользователя. Имеет обширную зону применения.

#### Список литературы

1. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя / В.И. Анурьев: В 3 т. Т. 1. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.
2. Бушуев, В.В. Практика конструирования машин: справочник - М.: Машиностроение, 2006. - 448 с.

Ким Е.В.<sup>1</sup>, Хафизов Р.Г.<sup>2</sup>

### ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЭРИТРОЦИТОВ ПРИ СЛИПАНИИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ МЕДИЦИНСКОГО МИКРОСКОПИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

<sup>1</sup>магистр, Поволжский Государственный Технологический Университет, г.Йошкар-Ола.

<sup>2</sup>д-р.техн.наук, проф., Поволжский Государственный Технологический Университет, г.Йошкар-Ола.

#### ISSLEDOVAINIYE OF INFORMATIVE SIGNS OF IMAGES OF ERYTHROCYTES AT ADHESION FOR THE MEDICAL MICROSCOPIC ANALYSIS

Kim Elena Valeryevna –master, Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola.

Khafizov Rinat Gafiatullina – Dr. sci.PhD, Professor, Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola.

#### Аннотация

Представлены результаты исследования информативных признаков изображений эритроцитов при их слипании для целей медицинского микроскопического анализа. В качестве информативного признака выбран спектр контура изображений эритроцитов.

#### The summary

Results of research of informative signs of images of erythrocytes at their adhesion for the medical microscopic analysis are presented. As an informative sign the range of a contour of images of erythrocytes is chosen.

Ключевые слова: информативный признак, эритроциты, контур изображения.

Keywords: informative sign, erythrocytes, image contour.



На сегодняшний день существуют различные методы подсчета эритроцитов [1,2]. Так в гематологических анализаторах технология подсчета форменных элементов крови основана на кондуктометрическом методе. Принцип метода заключается в подсчете числа и определении характера импульсов, возникающих при прохождении клетки через отверстие малого диаметра (апертуру), по обе стороны которого расположены два изолированных друг от друга электрода [1].

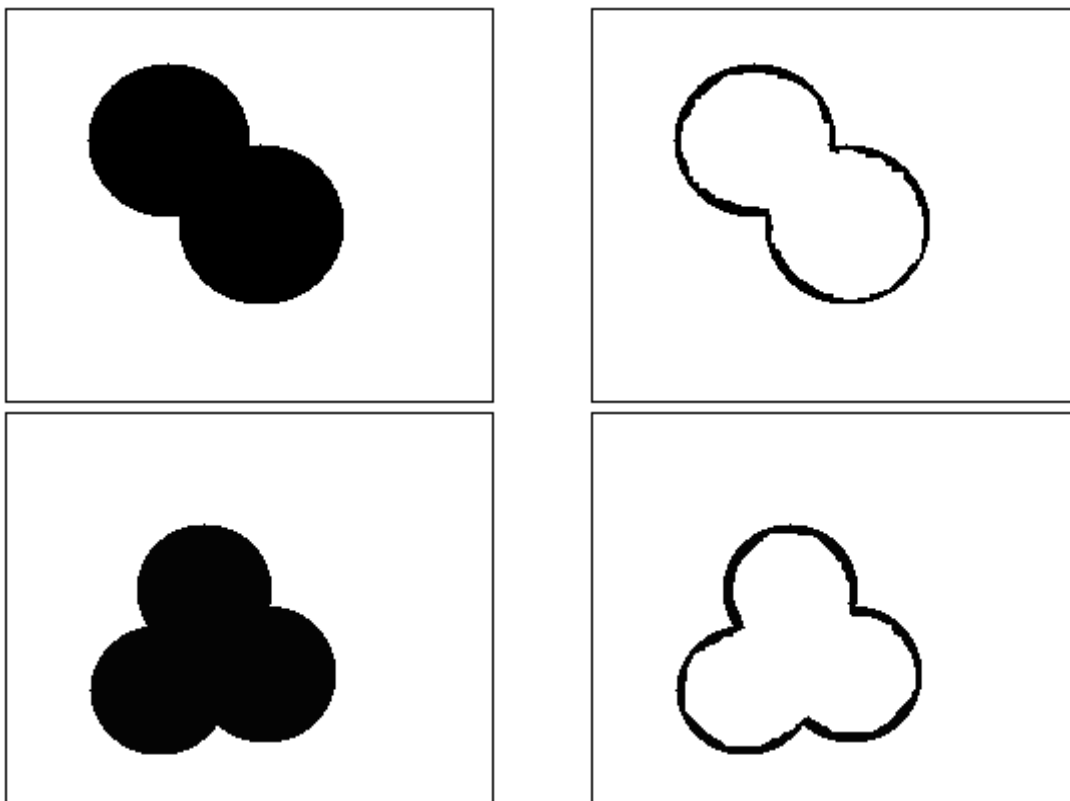
Так же практикуется подход, при котором специалист производит анализ визуально с помощью микроскопа, что требует большого количества времени и снижает точность из-за наличия, так называемого, «человеческого фактора». Таким образом, проблема создания автоматизированных и относительно не дорогих комплексов анализа клеток крови остается актуальной.

В данной работе предложен подход к анализу формы изображений эритроцитов и, в частности, к решению проблемы анализа при их слипании. Целью работы является исследование информативных признаков изображений эритроцитов при их слипании разработка методики анализа изображений при их слипании для целей медицинского микроскопического анализа.

В основу подхода к анализу формы изображений эритроцитов предложен метод контурного анализа изображений [3,4]. Достоинство методов контурного анализа в задачах обработки изображений и распознавания образов заключается в возможности решения этих задач с единых теоретических позиций теории сигналов. Контурные изображений полностью характеризуют их форму и позволяют создать простые аналитические описания, инвариантные к переносу, повороту и масштабированию изображений.

Рассмотрение контуров изображений как комплекснозначных сигналов и представление их в линейном комплекснозначном пространстве позволяет получить меру близости двух контуров в виде их скалярного произведения, инвариантную к преобразованиям переноса, поворота и масштабирования [3].

Исследовались изображения двух, трех и четырех слипшихся клеток. При этом выделялись контуры изображений в комплекснозначном виде. Затем производился анализ спектров их контуров. На рис. 1 представлены анализируемые изображения эритроцитов и их контуры.



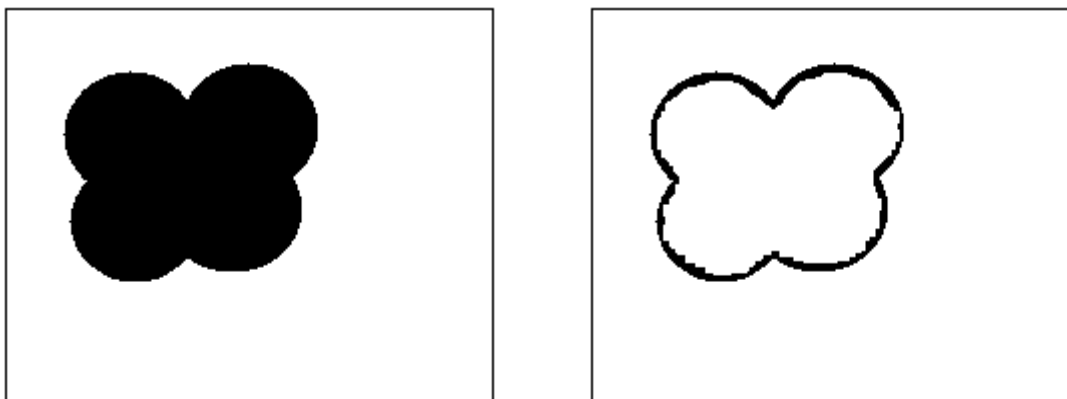


Рисунок 1 – Анализируемые изображения слипшихся эритроцитов и их контуры

Получено, что спектр контуров изображений слипшихся эритроцитов содержит в своем составе две основные гармоники. При этом, расстояние между ними увеличивается с увеличением количества клеток крови. Так, для случая, когда слипаются две клетки, гармоники расположены через один отсчет. Когда слипаются три клетки, гармоники расположены через 2 отсчета, а для случая слипания четырех клеток – через 3 отсчета. Соотношение уровней гармоник позволяет судить о площади их взаимного перекрытия.

Таким образом, в ходе работы, исследованы информативные признаки изображений слипшихся эритроцитов. В качестве информативного признака выбран спектр контура изображений эритроцитов. Получены особенности спектров при слипании эритроцитов. Анализ спектров контуров изображений слипшихся эритроцитов позволяет ответить на вопрос о количестве слипшихся клеток и их площади взаимного перекрытия. Данные признаки позволяют

разработать автоматизированную систему анализа клеток крови.

#### Список литературы:

1. Гусева С.А., Вознюк В.П. Болезни системы крови: 2-е изд., доп. и перераб. - М.: МЕДпресс-информ, 2004. - 488 с.

2. Дырнаев А.В., Потапов А.С. Комбинированный метод подсчета эритроцитов на изображениях мазков крови // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. - 2012. - №1. - 20с.

3. Введение в контурный анализ и его приложение к обработке изображений и сигналов / Под ред. Я.А. Фурмана. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 592 с.

4. Хафизов, Р.Г. Распознавание плоских зашумленных изображений по их форме / Р.Г. Хафизов, И.Л. Егошина // Известия вузов. Приборостроение. - 2006, №4. - С. 46-51.

*Ксенофонтова Татьяна Кирилловна*

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ТРЕЩИН В ОБОЛОЧКЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ТРУБ НА ИХ РАБОТУ

*канд. техн. наук, профессор Российского государственного аграрного университета имени К. А. Тимирязева, г. Москва*

#### EVALUATION OF INFLUENCE OF CRACKING IN THE SHELL OF REINFORCED CONCRETE PIPES IN THEIR WORK

*Ksenofontova Tatiana Kirillovna*

*Cand. tech. Sciences, Professor, Russian state*

*agrarian University named after K. A. Timiryazev, Moscow*

#### АННОТАЦИЯ

Целью работы было исследование влияния эффекта перераспределения усилий в железобетонных трубах различных диаметров, связанного с образованием трещин в оболочке труб и изменением жесткостей продольных сечений, на внутренние усилия и расчетную величину раскрытия трещин. Расчет выполнялся методом конечных элементов с помощью программного комплекса «ЛИРА-САПР 2014». Расчеты показали, что при учете этого фактора изгибающие моменты уменьшились примерно на 10%..15%, а снижение расчетной ширины раскрытия трещин за счет перераспределения усилий по кольцу трубы составляет примерно 7...15%. Уменьшение расчетной ширины раскрытия трещин позволяет экономить арматуру примерно на 10% на каждый метр длины трубопроводов. Учитывая их большую протяженность, экономия стали может быть очень значительной.

## ABSTRACT

The aim of this work was the study of the effect of effort redistribution in reinforced concrete pipes of different diameters associated with the formation of cracks in the cladding tubes and the change in stiffness of the longitudinal cross-section on the internal efforts and the amount of crack growth. The calculation was done by finite element method using the software complex "LIRA-SAPR 2014". The calculations showed that taking into account this factor, the bending moments decreased approximately 10%...15%, and a reduction in the estimated widths of cracks due to redistribution of effort in the ring pipe is approximately 7...15%. The estimated reduction of crack widths helps to save the valve by approximately 10% for each meter of piping length. Considering their great length, steel savings can be very significant.

Ключевые слова: железобетонные трубы, перераспределение усилий, образование трещин, внутренние усилия, ширина раскрытия трещин.

Keywords: reinforced concrete pipes, loading, cracking, internal stresses, crack widths.

Железобетонные трубы находят широкое применение в гидроэнергетическом строительстве, мелиорации, водоснабжении, канализации. Их используют как подводящие и отводящие трубопроводы в зданиях ГЭС, насосных станций. Строительство закрытых оросительных систем из железобетонных труб и труб других материалов позволяет довести до минимума фильтрационные потери воды, полностью исключить потери воды на испарение, повысить коэффициент земельного использования.

Подземные трубопроводы часто выполняют из труб без предварительного напряжения. В процессе работы в таких трубопроводах появляются трещины, ширина раскрытия которых не должна превышать допустимое значение по условию водонепроницаемости трубопроводов. За счет этого в трубопроводе происходит перераспределение внутренних усилий и в опасных сечениях максимальные изгибающие моменты уменьшаются. В этих сечениях ширина раскрытия трещин может оказаться меньше, чем по расчету без учета фактора перераспределения усилий. Ввиду этого возможна экономия арматуры, которую необходимо было поставить с учетом обеспечения необходимой трещиностойкости.

Вопросы расчета подземных труб с учетом перераспределения усилий при образовании трещин в литературе недостаточно освещены. Проблемой перераспределения усилий в железобетонных трубах впервые занимался В.И. Ишаков [1, стр. 35]. Этот эффект был им получен экспериментально и был предложен приближенный расчет трубы - оболочки с учетом трещинообразования для случая приложения нагрузки на трубу в виде двух линейных нагрузок, приложенных по двум концам вертикального диаметра. В. И. Ишаковым было получено, что после появления трещин опытные моменты могут отличаться от решения по упругой схеме более чем на 13%.

Такой же результат был получен автором на примере расчета безнапорной железобетонной трубы диаметром 2,5 м. Расчетные изгибающие моменты снизились примерно на 10%, а перемещения возросли на 300% по сравнению с расчетом по упругой схеме [2, стр. 195–196].

В настоящее время подземные сооружения, в том числе железобетонные трубы, рассчитывают методом конечного элемента (МКЭ) с помощью различных программных комплексов. Исследование влияния образования трещин на работу было

выполнено автором с помощью программного комплекса «ЛИРА-САПР 2014».

При расчете железобетонных труб вводились предпосылки, что геометрические характеристики по их длине не меняются, также не меняются условия опоры труб на основание и нагрузки. Ввиду этого трубы работают в условиях плоско-деформированного состояния. При расчете из трубы выделялся расчетный участок – кольцо длиной 1 пог. м. Для расчета кольцо трубы аппроксимировалось стержневыми конечными элементами. При выборе граничных условий для расчетной схемы принято, что в области лотка трубы имеются связи с грунтом основания в соответствии с реализованной в «ЛИРА-САПР 2014» моделью грунта П. Л. Пастернака.

В результате действия на кольцо трубы нагрузок в нем возникают изгибающие моменты, в результате чего в продольных сечениях кольца могут образовываться трещины. При этом жесткость сечений с трещинами будет уменьшаться. Трещины в сечении будут образовываться, если действующий изгибающий момент  $M$  будет больше момента трещиностойкости  $M_{crc}$ , то есть при условии:

$$M > M_{crc} \cdot (1)$$

Момент трещиностойкости  $M_{crc}$  и ширина раскрытия трещин  $a_{crc}$  вычислялись в соответствии со СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции» и СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры». Момент трещиностойкости равен

$$M_{crc} = R_{bt,ser} \cdot W \cdot \gamma \pm N \cdot e_x, (2)$$

где  $R_{bt,ser}$  – расчетное сопротивление бетона для предельного состояния второй группы;

$W$  – момент сопротивления приведенного сечения для растянутой грани. Приведенное сечение получаем путем условной замены площади рабочей арматуры в продольном сечении кольца трубы на соответствующую площадь бетона.

$\gamma$  – коэффициент, учитывающий развитие пластических деформаций в растянутой зоне бетона перед образованием трещин в стадии 1а. Для прямоугольных сечений –  $\gamma = 1,3$ ;

$e_x$  – расстояние от точки приложения продольной силы  $N$  до зоны, трещинообразование которой проверяется.

Расчетная ширина раскрытия трещин определяется по зависимости:

$$a_{crc} = \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot \Psi_s \cdot \frac{b_s}{E_s} \cdot l_s \quad (3)$$

где  $\varphi_1$  – коэффициент, учитывающий продолжительность действия нагрузки, принимаемый равным 1,0 – при непродолжительном действии нагрузки;

1,4 – при продолжительном действии нагрузки.

$\varphi_2$  – коэффициент, учитывающий профиль продольной арматуры, принимаемый равным 0,5 для арматуры периодического профиля;

$\varphi_3$  – коэффициент, учитывающий характер нагружения, принимаемый равным 1,0 для элементов изгибаемых и внецентренно сжатых;

$\Psi_s$  – коэффициент, учитывающий неравномерное распределение относительных деформаций растянутой арматуры между трещинами;  $\Psi_s = 1,0$ .

$l_s$  – базовое (без учета влияния вида поверхности арматуры) расстояние между смежными нормальными трещинами;

$b_s$  – напряжение в продольной растянутой арматуре в нормальном сечении с трещиной от соответствующей внешней нагрузки, определяется по формуле (2.12).

Расстояние между смежными трещинами  $l_s$ :

$$l_s = 0,5 \frac{A_{bt}}{A_s} d_s \quad (4)$$

и принимают не менее  $10d_s$ , и 10 см и не более  $40d_s$ , и 40 см;

$A_{bt}$  – площадь сечения растянутой зоны бетона.

Напряжение в растянутой арматуре:

$$b_s = \frac{M(h_0 - y_c)}{I_{red}} a_{s1}, \quad (5)$$

где  $I_{red}$  и  $y_c$  – момент инерции и расстояние от сжатой грани до центра тяжести приведенного поперечного сечения элемента, определяемые с учетом площади сечения только сжатой зоны бетона, площадей сечения растянутой и сжатой арматуры, принимаемые в соответствующих формулах значения коэффициентов приведения арматуры к бетону  $a_{s1} = a_{s2}$ .

Жесткость сечений, вводимая в расчет кольца трубы, определяется по зависимости:

$$D = E_{b1} \cdot I_{red}, \quad (6)$$

где  $E_{b1}$  – модуль деформации сжатого бетона, определяемый в зависимости от продолжительности действия нагрузки;

$I_{red}$  – момент инерции приведенного поперечного сечения относительно его центра тяжести, определяемый с учетом наличия или отсутствия трещин.

На участках без трещин модуль деформации бетона  $E_{b1}$  принимается для условий непродолжительного действия нагрузки

$$E_{b1} = 0,85 E_b, \quad (7)$$

$E_b$  – начальный модуль упругости бетона.

При продолжительном действии нагрузки

$$E_{b1} = E_{bt} = \frac{E_b}{1 + \varphi_{b,cr}}, \quad (8)$$

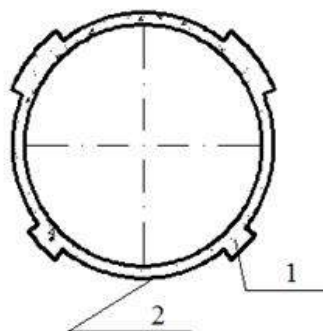
где  $\varphi_{b,cr}$  – коэффициент ползучести бетона.

На участках с трещинами момент инерции приведенного поперечного сечения  $I_{red}$  относительно его центра тяжести определяется с учетом площади сечения бетона только сжатой зоны  $I_b$ , площадей сечения сжатой арматуры с коэффициентом приведения арматуры к бетону  $a_{s1}$  и растянутой арматуры с коэффициентом приведения арматуры к бетону  $a_{s2}$  (см. рис. 2.2):

$$I_{red} = I_b + I_s a_{s2} + I'_s a_{s1}. \quad (9)$$

После образования трещины жесткость сечений резко падает и при дальнейшем увеличении нагрузки изменяется незначительно [3, стр. 116]. Поэтому в расчете можно пренебречь изменением жесткости, вызванным увеличением нагрузки и принять, что после образования трещины жесткость остается постоянной.

Расчет кольца трубы с учетом образования трещин производился методом итераций по методике, предложенной автором [4, стр. 88]. Вначале решалась задача в линейной постановке в предположении отсутствия трещин, в результате чего получалась эпюра изгибающих моментов и продольных сил. По полученным внутренним усилиям по условию (1) устанавливалась зона, в пределах которой образуются трещины. Для сечений этих зон находились новые жесткости по выражению (6) и повторялся статический расчет кольца трубы при переменных жесткостях сечений. На рисунке 1 показана эпюра жесткостей кольца трубы после образования трещин.



1- жесткости сечений на участках кольца трубы без трещин.

2- жесткости сечений на участках кольца трубы с трещинами.

Рисунок 1. Эпюра жесткости по кольцу трубы с учетом образования трещин

После этого уточнялись размеры зон, в пределах которых образуются трещины и вновь выполнялся статический расчет кольца. Процесс итераций выполнялся до тех пор, пока значения изгибающих моментов предыдущего этапа расчетов становились близкими по значению моментам, полученным на данном этапе расчета. На основе вычисленных изгибающих моментов в опасных сечениях расчетного участка кольца трубы вычислялась ширина раскрытия трещин по зависимости (3), при этом требовалось, чтобы ее значение не превышало 0,2 мм.

Для расчета были рассмотрены типовые железобетонные трубы диаметрами 500, 800, 1000, 1200, 1600, 2000, 2400мм. Глубина заложения труб в

грунт была принята 3 м, удельный вес грунта  $\gamma_p = 18 \text{ кН/м}^3$ . Трубы опирались на грунтовое основание. Трубы диаметром 500мм опирались на образующую в зоне лотка трубы. Остальные трубы опирались на спрофилированное грунтовое основание, сложенное суглинками, с коэффициентами постели  $c_1 = 2,36 \cdot 10^4 \text{ кН/м}^3$ ,  $c_2 = 4,32 \cdot 10^3 \text{ кН/м}$ , которые были вычислены по ПК «ЛИРА-САПР 2014» для эксплуатационного случая, когда трубопровод был заполнен водой. Давление грунта принималось в соответствии с эпюрой, показанной на рис. 2.

Здесь  $K_n$  обозначен коэффициент концентрации давления грунта;  $p$  – ординаты бокового давления грунта.

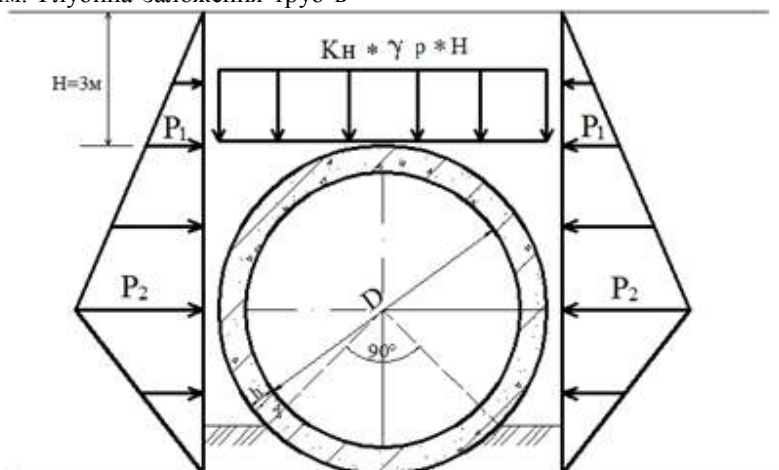


Рисунок 2. Схема давления грунта на кольцо подземной трубы

В табл. 1 приведены значения изгибающих моментов в опасных сечениях оболочки труб без учета и с учетом образования трещин, а в таблице 2 – расчетная ширина раскрытия трещин для этих же условий.

Процент изменения моментов вычислялся по формуле:

$$\Delta\% = \frac{M - M_{тр}}{M} 100\%.$$

Процент изменения ширины раскрытия трещин вычислялся аналогично.

Таблица 1

Изгибающие моменты в оболочке труб $M$ , кН·м/м							
Сечение	Диаметр трубы, мм						
	500	800	1000	1200	1600	2000	2400
<b>1. Без учета перераспределения усилий, <math>M</math></b>							
шельга	0,448	3,228	5,566	7,845	14,404	21,000	30,591
лоток	4,645	3,456	6,174	8,496	16,228	21,801	31,861
Боковое сечение	0,583	3,455	5,978	8,414	15,553	22,608	33,159
<b>2. С учетом перераспределения усилий при трещинообразовании, <math>M_{тр}</math></b>							
шельга	0,376	2,995	4,753	7,526	12,238	19,871	29,379
	16,07%	7,2%	14,60%	4,1%	15,04%	5,4%	3,9%
лоток	4,909	2,723	4,892	7,473	12,180	17,623	27,002
	-5,68%	21,2%	20,76%	12,04%	24,9%	19,2%	15,3%
Боковое сечение	0,456	3,138	5,820	8,071	14,897	21,200	31,511
	21,78%	9,2%	2,64%	4,1%	4,2%	6,2%	4,9%

Таблица 2

Ширина раскрытия трещины в оболочке труб $a_{срс}$ , мм							
Сечение	Диаметр трубы, мм						
	500	800	1000	1200	1600	2000	2400
1. Без учета перераспределения усилий, $a_{срс}$							
шельга	0,0248	0,0720	0,0563	0,0848	0,1083	0,0741	0,0602
лоток	0,2582	0,0770	0,0625	0,0919	0,1220	0,0769	0,0626
Боковое сечение	0,0324	0,0767	0,0605	0,0910	0,1169	0,0798	0,0650
2. С учетом перераспределения усилий при трещинообразовании, $a_{срс\text{тр}}$							
шельга	0,0208	0,0667	0,0481	0,0814	0,0920	0,0701	0,0578
	16,12%	7,36%	14,56%	4,01%	15,05%	5,4%	3,98%
лоток	0,273	0,0607	0,0495	0,0808	0,0916	0,0622	0,0531
	-5,8%	21,16%	20,80%	12,07%	24,92%	19,14%	15,2%
Боковое сечение	0,0253	0,0699	0,0589	0,0873	0,1120	0,0748	0,0619
	21,9%	8,86%	2,64%	4,06%	4,2%	6,26%	4,76%

Как видно из таблицы 1, образование трещин в оболочке труб оказывает значительное влияние на внутренние усилия. Так в шельге трубы изгибающие моменты уменьшились примерно на 10%...15%. В зоне лотка изгибающие моменты уменьшились – на 15%...20%, и только для трубы диаметром 500мм изгибающие моменты в этом сечении возросли на 5,8%.

В боковом сечении трубы изгибающие моменты уменьшились на 3%...9%. Для трубы диаметром 500мм изгибающие моменты уменьшились на 21,78%. Аналогичные результаты были получены для ширины раскрытия трещин  $a_{срс}$ .

#### Выводы

Результаты расчетов показали, что снижение расчетной ширины раскрытия трещин за счет перераспределения усилий по кольцу трубы составляет примерно 7...15%.

Уменьшение расчетной ширины раскрытия трещин позволяет экономить арматуру примерно на 10% на каждый метр длины трубопроводов. Учитывая их большую протяженность, экономия стали может быть очень значительной.

#### Список литературы:

1. Ишаков, В. И. Расчет железобетонной трубы-оболочки с учетом образования трещин [Текст] / В. И. Ишаков // Труды / ГИСИ. – Горький: ГИСИ, 1962. – С. 35–48.
2. Ксенофонтова, Т. К. Работа безнапорных железобетонных труб с учетом трещинообразования [Текст] / Т. К. Ксенофонтова // Гидротехнические сооружения, основания и фундаменты, инженерные конструкции: сб. науч. трудов. Т. 69. – М.: МГМИ, 1981. – С. 192–198.
3. Ксенофонтова, Т. К. Учет нелинейной работы грунта засыпки и материала железобетонных труб [Текст] / Т. К. Ксенофонтова // Расчет элементов конструкций на статические и динамические воздействия: сб. науч. трудов. – М.: МГМИ, 1987. – С. 112–119.
4. Ксенофонтова, Т. К. Методика расчета статически неопределимых железобетонных конструкций с учетом перераспределения усилий при трещинообразовании [Текст] / Т. К. Ксенофонтова // Природообустройство. – 2008. – № 4. – С. 88–95.

Лисовец У.А.<sup>1</sup>, Агеева Н.М.<sup>2</sup>, Бложко А.А.<sup>3</sup>

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА АМИНОКИСЛОТ ПРИ КОНТАКТЕ С ДРОЖЖЕВОЙ БИОМАССОЙ

<sup>1</sup> аспирант 1-го года обучения Кубанского государственного технологического университета, г. Краснодар

<sup>2</sup> д-р техн. наук, профессор Кубанского государственного технологического университета, г. Краснодар

<sup>3</sup> канд. техн. наук, доцент Кубанского государственного технологического университета, г. Краснодар

### THE RESEARCH OF CHANGE IN THE QUALITATIVE COMPOSITION OF AMINO ACIDS IN CONTACT WITH YEAST BIOMASS

Uliana Lisovets

Post graduate student of Kuban state university of Technology,  
Krasnodar

Natalia Ageeva

Doctorate of Science, professor of Kuban state university of Technology,  
Krasnodar

Anna Blozhko

Candidate of Science, assistant professor of Kuban state university of Technology,  
Krasnodar

#### АННОТАЦИЯ

Цель работы: установить динамику перехода аминокислот при контакте белого столового винограда с дрожжевой биомассой (далее батонаж).

Объекты исследований: белые столовые винограды, произведенные с применением винных дрожжей рода *Saccharomyces vini*, расы дрожжей Ркацители 6, Пино 14 и Кахури 7.

Метод исследования: определение массовой концентрации аминокислот методом жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на приборе «Agilent Technologies».

Полученные результаты показали, что качественный состав аминокислот при батонаже изменяется в зависимости от расы дрожжей, продолжительности контакта винограда с биомассой клеток и наличием перемешивания.

#### ABSTRACT

The aim of the research is to establish the dynamics of the transition of amino acids in contact with yeast biomass of a white table wine (see below batonnage).

The object of research: white table wines produced using wine yeast species *Saccharomyces vini*, strains *Rkatsiteli* 6, *Pino* 14, and *Kakhuri* 7.

Methods: determination of the mass concentrations of the amino acids by liquid chromatography (HPLC) on the instrument «Agilent Technologies».

The results indicated that qualitative composition of amino acids during batonnage varies depending on yeast strains, duration of wine contact with a yeast cells biomass and the presence of stirring.

Ключевые слова: батонаж; выдержка на дрожжевом осадке, расы дрожжей, аминокислоты.

Keywords: batonnage; lees aging; yeast strains; amino acids.

**Выдержка виноградов на дрожжевых осадках** – технологический прием, способствующий обогащению вина продуктами автолиза дрожжей, обеспечивающий протекание ферментативных процессов в вине с участием ферментов дрожжей и позволяющий создавать условия для формирования специфических органолептических особенностей. Виноград при выдержке обогащается ферментами, аминокислотами, витаминами и другими биологически активными веществами дрожжевой клетки, способствующими ускорению процессов созревания и улучшению качества винограда. Существенное влияние на состав и количество вина оказывают происходящие внутри клетки ферментативные процессы, катализируемые

ферментами, локализованными на отдельных органоидах дрожжевой клетки, которая контактирует с вином.

Исследования по изучению выделения аминокислот винными дрожжами после брожения и формирования вина были проведены Н. М. Сисакяном и Э. Н. Безингер. Методом бумажной хроматографии они выделили 12 аминокислот. Из них были идентифицированы аланин, валин, глицин, серии, треонин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты. Аналогичные работы были проведены Е. Пейно и С. Лафон-Лафуркардом, а также К. Хеннигом [1].

Однако неконтролируемое проведение такой технической операции, как выдержка на дрожжевых осадках, может привести к появлению сероводорода за

счет перехода из клетки в виноматериал серосодержащих аминокислот, например цистин, цистеин и др. Так как дрожжевой осадок поглощает кислород, то выдержка на осадке предотвращает нежелательное окисление виноматериала. Если осадок остался не взмученным и поглотил весь кислород, тогда возникает риск восстановления и образования нежелательных восстановленных соединений таких, как сероводород и меркаптаны.

В связи с этим в европейских странах используется батонаж. **Батонаж (от фран. bâtonnage)** – прием, применяемый в ходе выдержки вина на осадке. Его сущность заключается в том, что осадок со дна бочки периодически взмучивают специальным шестом – батоном. Постепенно оседая на дно, осадок улучшает структуру молодого вина и насыщает его вкусом-ароматическими веществами.

Цель батонажа:

- снизить количество восстановленных ароматических веществ;
- высвободить из дрожжевых клеток такие вещества, как полисахариды, аминокислоты и сложные эфиры;
- придать насыщенный сливочный вкус;

- усилить ассимиляцию свойств дуба в случае выдержки в бочках;

- способствовать протеканию побочных реакций (окислительное перемешивание) [2].

В нашей стране российские предприятия проводят батонаж, но лаборатории предприятий не имеют достаточного технического оснащения для качественного контроля батонажа и, в частности, перехода аминокислот. В связи с этим цель работы – установить динамику перехода аминокислот при контакте белого столового виноматериала с дрожжевой биомассой.

Белые столовые виноматериалы получили путем брожения виноградного суслу с использованием рас винных дрожжей Ркацители 6, Пино 14 и Кахури 7. Контакт молодого столового виноматериала с дрожжевой биомассой проводили в течение 6 месяцев с однократным и двукратным перемешиванием. В производственных условиях перемешивание осуществляли механической мешалкой (800 об/мин).

Полученные данные показали (таблица 1), что количество переходящих аминокислот, секретлируемых дрожжевой клеткой, зависит от расы дрожжей и перемешивания виноматериала с дрожжевым осадком.

Таблица 1

Выделение аминокислот в среду в процессе выдержки виноматериала на дрожжевом осадке

Модельная среда	Ркацители 6	Пино 14	Кахури 7
<b>Без перемешивания</b>			
1 месяц	глутаминовая кислота, пролин, метионин, аргинин, лизин, аспарагиновая кислота, треонин	глутаминовая кислота, пролин, лейцин, метионин, аспарагиновая кислота, лизин, треонин	глутаминовая кислота, пролин, гистидин, серин, метионин, треонин, тирозин, цистеин
2 месяца	глутаминовая кислота, пролин, метионин, аргинин, лизин, аспарагиновая кислота, треонин, фенилаланин, тирозин, аланин, валин, серин, изолейцин, лейцин	глутаминовая кислота, пролин, гистидин, метионин, аспарагиновая кислота, аргинин, лизин, треонин, тирозин, аланин, валин, серин, фенилаланин, цистеин, изолейцин	глутаминовая кислота, пролин, гистидин, аргинин, аспарагиновая кислота, цистеин, лейцин, лизин, треонин, тирозин, аланин, серин, валин, триптофан, метионин, изолейцин
<b>С однократным перемешиванием</b>			
1 месяц	глутаминовая кислота, пролин, метионин, аргинин, серин, лизин, аспарагиновая кислота, треонин	глутаминовая кислота, пролин, гистидин, аспарагиновая кислота, метионин, лизин, треонин, серин, цистеин	глутаминовая кислота, пролин, гистидин, серин, треонин, тирозин, цистеин, триптофан
2 месяца	глутаминовая кислота, пролин, метионин, аргинин, серин, лизин, аспарагиновая кислота, треонин, тирозин, аланин, валин, лейцин, фенилаланин, триптофан, цистеин, изолейцин	глутаминовая кислота, пролин, гистидин, метионин, аспарагиновая кислота, аргинин, лизин, лейцин, треонин, тирозин, аланин, валин, серин, фенилаланин, цистеин, изолейцин	глутаминовая кислота, пролин, гистидин, аспарагиновая кислота, аргинин, цистеин, лейцин, лизин, треонин, тирозин, аланин, серин, валин, триптофан, изолейцин, метионин

На 1-м месяце выдержки без перемешивания в среду переходит 7-8 аминокислот. При анализе образцов виноматериала, контактирующих с дрожжами в течение 2-х месяцев, обнаружены от 14 до 17 аминокислот в зависимости от расы дрожжей. Аналогичные исследования показали, что

при перемешивании дрожжи активнее секретируют аминокислоты из клетки виноматериала. Уже на 1-м месяце выдержки в виноматериале, произведенном с применением расы Ркацители 6, обнаружен серин, у расы Пино 14 – гистидин, серин и цистеин, отсутствовавшие в вариантах без перемешивания. В



виноматериале, полученном с применением расы Кахури 7, обнаружен триптофан.

При сопоставлении качественного состава аминокислот через 2 месяца контакта виноматериала с дрожжами можно отметить следующее:

- для расы Ркацители 6: перемешивание способствует секреции из клетки в среду триптофана и цистеина, отсутствовавших в варианте без перемешивания;

- для расы Пино 14: в варианте с перемешиванием идентифицирован лейцин, отсутствовавший в варианте без перемешивания.

- для расы Кахури 7: получен идентичный качественный состав аминокислот в обоих вариантах.

Таким образом, полученные результаты показали, что качественный состав аминокислот при батожае изменяется в зависимости от расы дрожжей, продолжительности контакта виноматериала с биомассой клеток и наличием перемешивания.

#### Список литературы:

1. Биохимия вина. Выделение азотистых веществ в процессе алкогольного брожения и при выдержке вина на дрожжах. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://prostoflora.ru/ximvino/36.html>

2. Sur lie & bâtonnage (lees contact and stirring). [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.brsquared.org/wine/Articles/surlie/surlie.htm>

*Лучинин Ярослав Дмитриевич*

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПЕРЕВОЗКИ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ГРУЗОВ

*аспирант Кубанского государственного технологического университета, г. Краснодар*

### IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY CARRIAGE OF SPECIFIC GOODS

*Luchinin Yaroslav*

*graduate student of the Kuban State Technological University, Krasnodar*

#### АННОТАЦИЯ

*Рассмотрены особенности перевозки специфических грузов. Показаны особенности организации и безопасности процессов транспортировки, с целью своевременной доставки груза до места потребления и сохранением его первоначальных свойств. Рассмотрен ряд новых подходов по оптимизации транспортных процессов, касающихся повышения эффективности доставки специфических грузов на протяжении всей цепи поставок, а не в отдельных ее звеньях. Работа направлена на исследование логистических потоков специфических грузов в транспортно – распределительных системах компаний.*

#### ANNOTATION

*The features of transport specific cargo. The features of the organization and safety of transport processes with a view to the timely delivery of cargo to the place of consumption and the preservation of its original properties. A number of new approaches to optimize the transport processes related to improving the efficiency of the delivery of specific goods throughout the supply chain, rather than its individual links. The work aims to study the logistics of specific flows of goods in transport - distribution systems of companies.*

*Ключевые слова: специфические грузы; скоропортящиеся грузы; эффективные логистические схемы грузоперевозок; цепи поставок; товарно – распределительный центр; трансформация транспортного обслуживания; интеллектуальная система; машинная отправка; грузовая отправка;*

*Keywords: specific loads; perishable goods; effective logistics for freight; supply chain; commodity - distributing cent; transformation of the transport service; intelligent system; sending machine; consignment;*

#### Актуальность темы

Одним из важнейших аспектов процессов всех грузов материального производства и распределительной деятельности, является создание эффективного процесса грузоперевозок между грузоотправителем и грузополучателем. Это обусловлено тем, что задачей компаний, реализующих продукты питания, является не только реализация товара, но и обеспечение условия своевременной доставки его без ухудшений первоначальных характеристик (потребительских свойств). Поэтому, одними из основных направлений совершенствования транспортного обслуживания указанной деятельности, является создание эффективных логистических схем грузоперевозок.

Среди всего перечня специфических грузов, большую часть составляют грузы, которые можно отнести к категории скоропортящихся. Несоблюдение необходимых норм хранения и условий перевозки

какого-либо скоропортящегося груза может привести к тому, что он, как продукт потребления перейдет в разряд опасных для здоровья, а в ряде случаев и для жизни людей.

По – этому, деятельность по доставке специфических (скоропортящихся) грузов (ССГ), это актуальный вопрос, который требует рассмотрения и поиска новых подходов и идей по оптимизации транспортных процессов.

Существенным фактором, определяющим эффективность доставки скоропортящихся грузов, является своевременность доставки с соблюдением необходимых температурных режимов и других параметров на протяжении всей цепи поставок. Это вызывает необходимость комплексного рассмотрения всей цепи поставок (ЦП), а не ее отдельных звеньев.

При использовании, планирования схем перевозок специфических грузов, важную роль в

процессе транспортировки играет товарно – распределительный центр.

ТРЦ выполняют определенные процессы, такие как: подготовка груза к отправке, разукрупнение; пакетирование; хранение; созревание груза, для дальнейшей отправки на конечный пункт потребления. При этом, товарно-распределительный центр (ТРЦ), рассматривается как центральное звено всей ЦП ССГ.

Основным аспектом при транспортировке специфических (скоропортящихся) грузов, являются требования, предъявляемые к транспортному составу. ТС должно обеспечить не только перевозку груза, но и сохранность его на всем пути следования. Сохранить физико-биологические свойства груза, защитить от негативных воздействий окружающей среды.

Актуальность поднятой темы, является разработка предложений по повышению эффективности управления цепями поставок специфических грузов.

Трансформация транспортного обслуживания ведет к росту количества наименований единиц товара в конкретной грузовой отгрузке, и количеству грузовых отправок в машинной отгрузке. Это усложнит процессы подготовки груза к отправке, подготовку сопроводительных документов и его отгрузку, но вместе с тем способствует большему соответствию наименований количества доставленного груза спросу на него. Чтобы стало возможным своевременная обработка грузовых заказов, необходимо повышать качественный уровень транспортного обслуживания логистики за счет доступных для них возможностей, т.е. совершенствовать все, что связано с перевозочным процессом. Обработка заявок от грузополучателей растягивается на довольно длительный временной интервал, что в свою очередь, несет транспортные

издержки. От процесса получения, до момента как заявка будет обработана, проходит целый ряд мероприятий направленных на сбор груза совместимого по физико-биологических характеристикам при перевозке. Поэтому при транспортном обслуживании дистрибутивного процесса, важное значение имеет своевременность выполнения всех операций связанных с подготовкой груза к отправке и частичная организационно – технологическая работа по подготовке грузовых непосредственно отправок в адрес грузополучателей, расположенных на отдельном маршруте. Одновременно не менее важным является и формирование машинных отправок для отгрузки подготовленного груза с целью полного использования провозных возможностей выбранного или уже имеющегося автомобильного подвижного состава.

Предложенная стратегия внедрений интеллектуальной системы в транспортный процесс отображена на Рисунке 1б. Что позволит при формировании и сборе грузовых отправок в машинную, сократить не только время обработки заказа, но рационализировать логистическую цепь от формирования грузовой заявки до ее исполнения и подачи груза под погрузку. Исключается вмешательство ответственных лиц по сбору грузовых партий, а при полном внедрении технологического процесса в производство, возможно и сокращение всего департамента по складированию и подготовке грузовых заказов. С этой целью разрабатывается и предлагается блок – схема по формированию грузовых отправок (объединенных их) в машинные отправки для грузополучателей с последующей отгрузкой в уже имеющихся и используемых маршрутах.

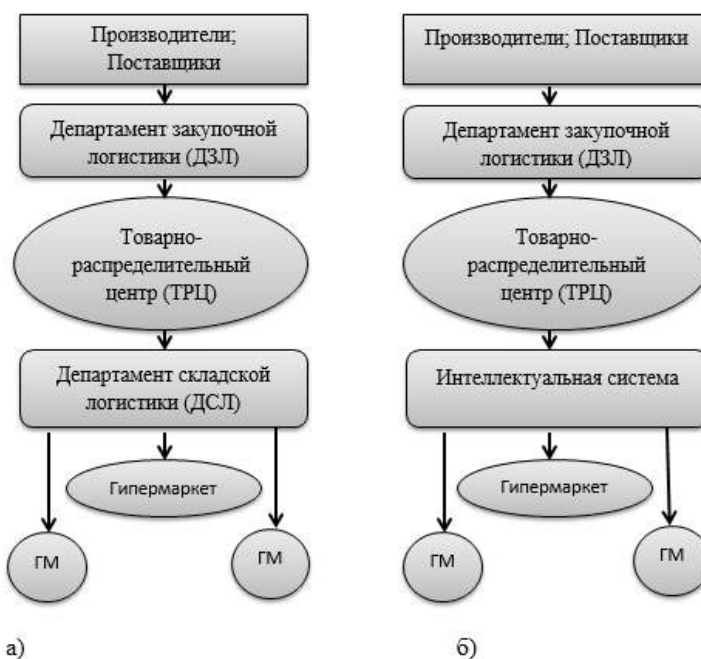


Рисунок 1. Интеллектуальная система в транспортном процессе.

**Объект и предмет исследования**

**Объектом исследования** послужили логистические потоки специфических грузов в транспортно – распределительных системах компаний.

Рациональное использование грузовых потоков с использованием новой концепции в технологии перевозочного процесса организации грузовых и машинных отправок, позволит не только улучшить качество и эффективность провозных возможностей с использованием только автомобильного транспорта, но и заставит всю логистическую сеть в отрасли закупочной, складской логистики эффективно и рационально использовать свои возможности.

**Предмет исследования** составляют процессы транспортирования перевозки специфических грузов автомобильным транспортом.

Транспортирование специфических грузов связано с особенностью выполнений определенных операций: подготовка грузовой отправки; определением востребованных наименований товара; определением места размещения в грузовой или машинной отправке данного наименования; веса грузовой и машинной отправки с конечным перемещением груза по определенному маршруту от места погрузки, до места разгрузки; наличие дополнительных процессов перегрузки, хранения, разукрупнения грузов с использованием автомобильного и других видов транспорта.

**Цель и задачи исследования**

Целью исследования, является создание эффективного процесса грузоперевозок в распределительной деятельности компаний, реализующих продукты питания. Повышение эффективности управления цепями поставок в процессе транспортирования специфических (скоропортящихся) грузов.

Достижение поставленной цели обусловило необходимость решения следующих задач:

- анализ используемых в настоящее время схем доставки специфических грузов автомобильным транспортом;
- исследование эффективности применения схемы доставки специфических грузов, на всем или частичном протяжении логистической цепи поставок, с использованием распределительных центров;
- анализ внедрения информационно-транспортного продукта в применяемые схемы поставок скоропортящихся грузов и разработка предложений по усовершенствованию его на производстве;
- разработка технологического процесса по подготовке к грузовой отправке товара, с учетом его количества, общего веса и по физико-биологическим свойствам;
- эффект от внедрения новой технологии;

**Выводы**

В работе рассмотрены процессы, направленные на совершенствование перевозок специфических грузов. Озвучены задачи и цель исследования.

Рассмотренная выше работа, дает ответы, на вопросы касающиеся организации технологического процесса по формированию грузовых отправок

специфических грузов, на протяжении всей цепи поставок.

Совершено комплексное рассмотрение процессов транспортировки грузовых потоков с участием транспортно – распределительных центров. Предлагаются новые схемы по формированию консолидированных грузовых отправок с одним и более видами груза.

**Список литературы:**

1. Вельможин А.В., Гудков В.А., Миротин Л.Б. Технология, организация и управление грузовыми автомобильными перевозками. Учебник для вузов. Волгоград: Волгогр. гос. техн. ун-т, 2000. 304с
2. Гудков В.А. Миротин Л.Б., Ташбаев Ы.Э. Транспортная логистика. -М.: Экзамен,- 2005. 512с.
3. Дзюба И.С. Перевозка скоропортящихся грузов. Часть 2 Оптимизация режимов перевозки скоропортящихся грузов: Пособие для курсового и дипломного проектирования. Гомель: БелГУТ, 2002. 50с.
4. Каехтина Р.И. Технология перевозки скоропортящихся грузов. Учебное пособие. - Трансинфо: 2002г. 108с.
5. Кондратьев А.В. Повышение эффективности доставки скоропортящихся пищевых продуктов автомобильным транспортом дисс. канд. тех. наук: МИИТ. 2007.- 155с.
6. Костоглодов Д.Д., Харисова Л.М. Распределительная логистика. Экспертное бюро, 1997.
7. Коптилов В.И., Карнаухов В.Н. Специализированный подвижной состав автомобильного транспорта: Учеб. пособие. Тюмень: ТГНГУ, 1995. -99с.
8. Лукинский В.С. Логистика Автомобильного транспорта – М.: Финансы и статистика, 2000г.
9. Миротин Л.Б. Логистика: управление в грузовых транспортно-логистических системах. М.: Юристъ, 2002. - 414с.
10. Никифоров В.В. Логистика. Транспорт и склад в цепи поставок : пособие / В.В. Никифоров. – М. : ГроссМедиа: РОСБУХ, 2008. – 192 с.
11. Николин В.И. Автотранспортный процесс и оптимизация его элементов. М.: Транспорт, 1990. 191с.
12. Организация и планирование грузовых автомобильных перевозок Л.А. Александров, А.И. Малышев, А.П. Кожин, Е.П. Володин и др.;
13. Петрова А.П. Обеспечение сохранности и безопасности скоропортящихся пищевых продуктов при их транспортировании. «Автотранспортное предприятие». 2007, №7. 8 — 11с.
14. Перевозка скоропортящихся грузов: Справочник/А.П. Леонтьев, В.Д. Ткачев, И.И. Батраков и др. М.: Транспорт, 1986. — 304с.
15. Панов А. Модели маршрутизации на автомобильном транспорте. М.: Транспорт, 1974. — 152с.
16. Повышение эффективности и качества работы автомобильного транспорта Под ред. Л.Л. Афанасьева. М.: Транспорт, 1977. 260с.
17. Резер С.М. Оптимизация процессов грузовых перевозок. М.:Наука, 1980.-296с.

18. Сергеев В.И. Логистические системы мониторинга цепей поставок : учеб. пособие / В.И. Сергеев, И.В. Сергеев. – М. : ИНФРА-М, 2003. – 172 с.

19. Савин В.И. Перевозки грузов автомобильным транспортом. Справочное пособие. М.: Дело и сервис, 2002.

*Лютарь В.С.<sup>1</sup>, Марц Н.В.<sup>2</sup>, Еришова Н.М.<sup>3</sup>*

### НЕКОТОРЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

<sup>1</sup>заведующий отделом экспертизы угольной и горнорудной промышленности, ООО «РЦДИС», г. Владивосток

<sup>2</sup>заведующий отделом экспертизы зданий, сооружений, проектной документации, ООО «РЦДИС», г. Владивосток

<sup>3</sup>заведующий отделом экспертизы документов, связанных с опасным производственным объектом, ООО «РЦДИС», г. Владивосток

#### SOME WAYS OF DEVELOPING DIAGNOSTIC MODELS TO EVALUATE DAMAGEABILITY OF METALLIC CONSTRUCTIONS DURING OPERATION PROCESS

##### АННОТАЦИЯ

Существующие в настоящее время структурные модели позволяют на базе сведений о стандартных механических характеристиках металла элементов конструкций и действующих нагрузках оценить работоспособность конструкций. Однако, получить надежные сведения о действующих нагрузках затруднительно. Поэтому перспективно развивать модели, позволяющие оценить предельные состояния не с механических позиций, а с физических. В статье приводятся два направления создания основ таких моделей.

Ключевые слова: Ресурс, структурные модели, акустическая эмиссия, стадии разрушения, микроповреждения, макротрещина.

##### ABSTRACT

Currently, the existing structural models on the basis of information about standard mechanical characteristics of metal element constructions and the existing loads make it possible to evaluate the performance of structures. However, it is difficult to obtain reliable information about current loads. Therefore, it is promising to develop models to estimate the limit state not relying on mechanical positions, but physical positions. The article contains two directions of developing such models.

KEYWORDS: Resource, structural models, acoustic emission, the stage of destruction, microdamages macrocracks.

Выработка ресурса машин и конструкций связана, главным образом, с накоплением неблагоприятных повреждений в их деталях, которые бывают как механического, так и физико-химического происхождения. Начальное состояние металла имеет некоторую исходную поврежденность, вызванную несовершенством технологий изготовления элементов конструкций. При действии растягивающих напряжений в элементе конструкции может происходить либо хрупкое разрушение, либо постепенное накопление рассеянных повреждений. Далее возможно три варианта. Во-первых, накопление повреждений может привести к хрупкому разрушению. Во-вторых, разрушение элементов структуры приводит к образованию зародышей микроскопических трещин, способных, развиваясь под действием приложенных растягивающих напряжений, образуют макротрещину, которая и разрушает элемент конструкции полностью. В-третьих, процесс накопления повреждений может завершиться разрушением путем потери целостности элемента конструкции. Такая кинетика накопления повреждений соответствует явлению ползучести при

высоких температурах.

В общем случае процесс разрушения любого твердого тела требует определенного времени и, как правило, разбивается на две основные стадии: стадию развития рассеянных (диссемированных) микроскопических повреждений и стадию развития макроскопических трещин, приводящих к нарушению сплошности и полному разрушению тела. Продолжительность этих стадий зависит от температуры, типа нагрузки и напряженного состояния, рабочей среды и свойств материала. Если рабочая напряженность находится в области предела выносливости и нет острых концентраторов напряжений, то стадия развития магистральной трещины незначительна по сравнению с первой стадией. В случае стесненных деформаций, когда с появлением трещины в закреплениях деформируемого тела напряжения не релаксируют, вторая стадия может иметь продолжительность такого же порядка, как стадия накопления диссемированных повреждений или даже большую.

В настоящее время найдена связь между характеристиками, определяющими сопротивляемость развитию микротрещин, и критериями,

оценивающими сопротивляемость макроразрушению [3]. Полученные аналитические зависимости между стандартными механическими характеристиками, микроструктурой металла и параметрами конструктивной прочности легли в основу диагностических моделей, позволивших оценить продолжительность стадий разрушения для различных условий эксплуатации на базе неразрушающих методов.

Отсутствие таких моделей делало обязательным проведение механических испытаний образцов, вырезанных из рабочих частей конструкций. Так как в большинстве практических случаев вырезку достаточного количества образцов, обеспечивающего достоверное определение работоспособности сделать невозможно, то предлагаемое в работе [3] математическое обеспечение существенно расширяет возможности технической экспертизы объектов.

Кроме того, созданные модели и расчетные алгоритмы удобны для машинного моделирования процесса разрушения поликристаллических материалов и определения параметров структуры, обладающей максимальной сопротивляемостью зарождению и развитию разрушения, то есть обеспечивается возможность научно обоснованной оптимизации характеристик технологических процессов, используемых при изготовлении конструкций и влияющих на структуру материала. Причем критериями оптимизации технологии будут критерии эксплуатационной надежности, что позволяет оптимизацию проводить целенаправленно, ориентируясь на условия эксплуатации.

Тем не менее, разработанный расчетный метод оценки полного и остаточного ресурса элементов металлических конструкций, основанный на структурных моделях, не лишен зависимости от достаточно точного знания параметров внешней нагрузки. В условиях эксплуатации сложных инженерных сооружений часто расчетные оценки параметров внешней нагрузки существенно отличаются от реальных. Экспериментальная оценка напряженно-деформированного состояния - дело дорогое и технически трудное. Изменение параметров внешней нагрузки во времени является, как правило, случайным процессом, для установления основных характеристик, которого требуется достаточно длительное время, а в некоторых случаях и постоянный контроль в течение всего периода эксплуатации.

Указанные сложности способствуют развитию методов оценки ресурса, которые не предусматривают расчетов с использованием параметров внешней нагрузки, а целиком основаны на физических представлениях о процессе разрушения и которые предельные состояния элементов конструкций оценивают не с механических позиций, а с физических.

С общих позиций в настоящее время можно наметить два пути решения указанной проблемы. Первое направление связано с развитием АЭ-метода. В настоящее время создана основа метода, т.е. физические процессы имеют достаточно обоснованную теоретическую и экспериментальную базу [1.5]. Необходимо дальнейшее

совершенствование метода, что требует серьезного развития квантовой механики разрушения, теории принятия решений в направлении прочности. Это позволит создать более совершенное математическое обеспечение пригодное для прогнозирования остаточного ресурса. Надо отметить, что использование АЭ-метода и развитие его для целей диагностики предполагает кооперацию усилий многих коллективов ученых и огромные материальные затраты.

С другой стороны, физические процессы, заставляющие металл звучать, обязательно оставляют след в микростроении металла. Поэтому, изучая изменение определенных характеристик микроструктуры, которые отражают законы строения металла, можно оценивать стадии деструкции поликристаллов, а следовательно, и определять стадии процесса разрушения. Это - второе направление создания указанных выше методов.

В последние годы накоплен обширный экспериментальный материал, позволяющий формулировать новые подходы к проблеме пластичности и прочности. Среди них особого внимания заслуживает синергетический подход, рассматривающий деформируемое твердое тело как открытую, сильно неравновесную систему, а пластическое течение - как диссипативный процесс, снижающий уровень упругих напряжений кристалла [4].

Практически любое воздействие исследователя, а также внешней среды на материал при его получении и обработке передается через свободную поверхность твердого тела, поэтому поверхностные слои в большинстве случаев определяют поведение и свойства всего объема материала, его эксплуатационные характеристики [2].

Особое поведение поверхностных слоев в процессе внешних воздействий различного типа привлекает внимание большого числа исследователей. Однако, несмотря на длительное время исследования этого вопроса, а также большие успехи, достигнутые физикой прочности и пластичности с использованием аппарата теории дислокаций и современных металлофизических исследований, особенности поведения поверхностных слоев в процессе макроскопического деформирования изучены далеко не достаточно. Проведенные к настоящему времени исследования и существующие по этому поводу публикации все еще не дают достаточно точных сведений о физических закономерностях поведения поверхностных слоев при различных способах макро- и микродеформирования.

Видимо, фундаментальная научная база для первого и второго направления во многих аспектах одна и та же, поэтому развитие физической теории, проливающей свет на понимание предельных возможностей материала в зависимости от его физической природы, должно обеспечить дальнейшее совершенствование методов определения полной и остаточной долговечности конструкций, работающих в различных условиях эксплуатации.

#### Список литературы:

1. Бигус Г.А., Даниев Ю.Ф., Быстрова Н.А.,

Галкин Д.И. Диагностика технических устройств. М.: МГТУ имени Н.Э. Баумана 2014. – 615 с.

2. Бокштейн Б.С., Копецкий Ч.В., Швиндерман Л.С. и др. Структура и свойства внутренних поверхностей раздела внутренних поверхностей раздела в металлах. М.: Наука. 1988. – 272с.

3. Матюхин Г.В. Оценка ресурса сварных конструкций из феррито-перлитных сталей. г.

Владивосток. ДВГУ 2001. - 202с.

4. Рыбин В.В. Большие пластические деформации и разрушения металлов. М.: Металлургия, 1986. – 226 с.

5. Семашко Н.А., Шпрот В.И., Марьин Б.Н. и др. Акустическая эмиссия в экспериментальном материаловедении. Под общей редакцией Семашко Н.А. и Шпрот В.И. М.: Машиностроение, 2002. – 240 с.

*Гутман А.Е.<sup>1</sup>, Матюхин А.В.<sup>2</sup>*

## ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ВЕКТОРНЫЕ ПРОСТРАНСТВА, СОДЕРЖАЩИЕ НЕЗАМКНУТЫЕ АРХИМЕДОВЫ КОНУСЫ

<sup>1</sup>д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры математического анализа Новосибирского государственного университета;

заведующий лабораторией функционального анализа  
Института математики им. С. Л. Соболева СО РАН, г. Новосибирск

<sup>2</sup>студент Новосибирского государственного университета, г. Новосибирск

### TOPOLOGICAL VECTOR SPACES WITH NONCLOSED ARCHIMEDEAN CONES

Gutman Alexander Efimovich

Doctor of Science, professor in the Department of Mathematical Analysis, Novosibirsk State University; Head of the Laboratory of Functional Analysis, Sobolev Institute of Mathematics, Novosibirsk

Matyukhin Anatoly Vadimovich

student of Novosibirsk State University, Novosibirsk

#### АННОТАЦИЯ

В данной статье ставится задача описания класса топологических векторных пространств, содержащих незамкнутые архимедовы конусы, и приводятся результаты, полученные на пути к решению данной задачи.

#### ABSTRACT

In the article, the problem is stated of describing the class of topological vector spaces with nonclosed Archimedean cones. Some results are presented in the course of solving the problem.

Ключевые слова: топологическое векторное пространство, упорядоченное векторное пространство, аксиома Архимеда, конус.

Keywords: topological vector space, ordered vector space, axiom of Archimedes, cone.

Пусть  $(X, \leq)$  – упорядоченное векторное пространство над полем  $\mathbf{R}$  (в дальнейшем все рассматриваемые векторные пространства будем считать вещественными). Говорят, что  $(X, \leq)$  удовлетворяет аксиоме Архимеда, если для любых элементов  $x, y \in X$ ,  $y \geq 0$ , из условия  $(\forall n \in \mathbb{N})(x \leq \frac{1}{n}y)$  следует, что  $x \leq 0$ .

Под конусом мы будем понимать подмножество  $K$  векторного пространства, удовлетворяющее условиям  $K \neq \emptyset$ ,  $K + K \subset K$ ,  $(\forall \lambda \geq 0)(\lambda K \subset K)$  и  $K \cap (-K) = \{0\}$ .

Как хорошо известно, если  $(X, \leq)$  – упорядоченное векторное пространство, то множество  $\{x \in X : x \geq 0\}$  является конусом. Наоборот, если в векторном пространстве  $X$  фиксирован некоторый конус  $K$ , то порядок  $\leq_K$ , определенный правилом  $(x \leq_K y) \Leftrightarrow (y - x \in K)$ , превращает  $X$  в

упорядоченное векторное пространство. Конус  $K$  называется архимедовым, если  $(X, \leq_K)$  удовлетворяет аксиоме Архимеда.

Представляет интерес связь между алгебраическим понятием архимедовости и топологическим понятием замкнутости. Очевидно, что если конус замкнут в какой-либо векторной топологии, то он является архимедовым (более того, достаточно секвенциальной замкнутости). В конечномерном пространстве архимедовость и замкнутость конуса равносильны (см. [1, 2.4]). В бесконечномерном случае это не так: например, конус  $\{(\lambda_1, \dots, \lambda_n, 0, 0, \dots) : \lambda_1, \dots, \lambda_n \geq 0, n \in \mathbb{N}\}$  архимедов, но не замкнут в пространстве  $l_\infty$ .

**Задача.** Описать класс топологических векторных пространств, в которых существует незамкнутый архимедов конус.

Основные сведения о топологических векторных пространствах можно почерпнуть из [2].

Понятие архимедовости естественным образом обобщается на случай произвольных выпуклых множеств: выпуклое подмножество  $U$  векторного пространства  $X$  назовем *архимедовым*, если для любых элементов  $x, y \in X$  из условия  $(\forall n \in \mathbb{N})(x + \frac{1}{n}y \in U)$  следует, что  $x \in U$ . Путем несложных рассуждений (см., например, [1, 1.11]) можно показать, что для конусов новое определение архимедовости равносильно классическому.

Введенное определение архимедовости выпуклого множества допускает несколько эквивалентных формулировок.

**Лемма.** Пусть  $U$  – выпуклое подмножество векторного пространства  $X$ . Следующие утверждения эквивалентны:

- (1)  $U$  архимедово;
- (2) для любых элементов  $x, y \in X$  из условия  $(\exists \varepsilon > 0)(x + ]0, \varepsilon]y \subset U)$  следует, что  $x \in U$ ;
- (3)  $U$  алгебраически замкнуто, т.е.  $(\forall x \in X \setminus U)(\forall y \in X)(\exists \varepsilon > 0)(x + ]0, \varepsilon]y \subset X \setminus U)$ ;

(4) пересечение  $U$  с любым конечномерным аффинным подпространством  $X$  замкнуто;

(5) пересечение  $U$  с любым конечномерным подпространством  $X$  замкнуто (здесь и далее «подпространство» означает «векторное подпространство»);

(6) пересечение  $U$  с любым подпространством  $X$  размерности не более двух замкнуто;

(7) пересечение  $U$  с любой прямой в  $X$  замкнуто.

◁ Доказательство можно найти в [3, 3.1]. ▷

Для других эквивалентных описаний свойства архимедовости выпуклого множества будет удобно ввести понятие секвенциально тотальной топологии.

Пусть  $(X, \tau)$  – топологическое векторное пространство. Топологию  $\tau$ , а вместе с ней и само пространство  $X$ , будем называть *секвенциально тотальными* при выполнении следующих эквивалентных условий:

- (1) все линейные функционалы на  $X$  секвенциально непрерывны;
- (2) все подпространства  $X$  секвенциально замкнуты;
- (3) все аффинные подпространства  $X$  секвенциально замкнуты;
- (4) все гиперподпространства  $X$  (т.е. подпространства коразмерности 1) секвенциально замкнуты;
- (5) все гиперплоскости в  $X$  секвенциально замкнуты;
- (6) все линейно независимые подмножества  $X$  секвенциально замкнуты;
- (7) любая сходящаяся последовательность в  $X$  лежит в некотором конечномерном подпространстве;

(8) любое ограниченное подмножество  $X$  лежит в некотором конечномерном подпространстве;

(9) все выпуклые архимедовы подмножества  $X$  секвенциально замкнуты.

Поскольку из секвенциальной замкнутости выпуклого множества в векторной топологии следует его архимедовость, в секвенциально тотальных пространствах (и только в них) архимедовость и секвенциальная замкнутость выпуклого множества – равносильные условия.

**Лемма.** Пусть  $U$  – выпуклое подмножество векторного пространства  $X$ . Следующие утверждения эквивалентны:

- (1)  $U$  архимедово;
- (2)  $U$  секвенциально замкнуто в некоторой секвенциально тотальной топологии;
- (3)  $U$  секвенциально замкнуто в любой секвенциально тотальной топологии.

Тривиальным примером секвенциально тотальной топологии на пространстве  $X$  является сильнейшая локально выпуклая топология. В случае, если  $X$  бесконечномерно, секвенциально тотальная топология не единственна. Например, таковой будет слабая топология  $\sigma(X, X^\#)$ , наведенная пространством  $X^\#$  всех линейных функционалов на  $X$ . Но существуют и секвенциально тотальные топологии, в которых не все линейные функционалы непрерывны.

**Пример.** Пусть  $I$  – произвольное несчетное множество. Рассмотрим пространство  $s_{fin}(I) := \{f : I \rightarrow \mathbf{R} : \{i \in I : f(i) \neq 0\} \text{ конечно}\}$ .

Алгебраически сопряженное пространство  $s_{fin}(I)^\#$  естественным образом изоморфно пространству  $s(I) := \{f : I \rightarrow \mathbf{R}\}$ . Рассмотрим подпространство  $Y := \{f : I \rightarrow \mathbf{R} : \{i \in I : f(i) \neq 0\} \text{ счетно}\} \subset s(I)$ . Топология  $\sigma(s_{fin}(I), Y)$  секвенциально тотальна, но некоторые линейные функционалы в ней разрывны, так как  $Y \neq s(I)$ .

Возвращаясь к поставленной задаче, отметим один способ построения незамкнутых архимедовых конусов.

**Лемма.** Пусть  $X$  – топологическое векторное пространство,  $Y$  – аффинное подпространство  $X$ ,  $0 \notin Y$ , а  $U \subset Y$  – незамкнутое в  $Y$  архимедово выпуклое множество, не содержащее лучей. Тогда коническая оболочка  $U$  является незамкнутым архимедовым конусом.

◁ Доказательство имеется в [3, 4.1]. ▷

В произвольном локально выпуклом пространстве несчетной размерности удастся построить незамкнутое архимедово множество, не содержащее лучей. Отсюда следует, что в любом таком пространстве существует незамкнутый архимедов конус. Действительно, подходящее множество можно найти и в любой гиперплоскости, после чего воспользоваться предыдущей леммой.

**Теорема.** В любом локально выпуклом пространстве несчетной размерности существует незамкнутый архимедов конус.

◁ Подробное доказательство см. в [3, 4.3]. ▷

В каких пространствах несчетной размерности, не являющихся локально выпуклыми, существуют незамкнутые архимедовы конусы, авторам на данный момент неизвестно.

Вопрос существования архимедовых незамкнутых конусов решен также для широкого класса пространств счетной размерности, но не для всех.

**Теорема.** В топологическом векторном пространстве счетной размерности, содержащем незамкнутое линейно независимое множество, существует незамкнутый архимедов конус.

◁ Доказательство имеется в [3, 4.7]. ▷

**Теорема.** Если в топологическом векторном пространстве счетной размерности все линейные функционалы непрерывны, то все архимедовы конусы в нем замкнуты.

◁ Доказательство имеется в [3, 4.6]. ▷

Приведем пример пространства счетной размерности, не удовлетворяющего условиям предыдущих теорем.

**Пример.** Рассмотрим пространство  $s_{fin}(\square) := \{f : \square \rightarrow \mathbf{R} : \{n \in \square : f(n) \neq 0\}$

конечно}, алгебраически сопряженное к которому изоморфно пространству  $s(\square) := \{f : \square \rightarrow \mathbf{R}\}$ .

Пусть  $Y$  – линейная оболочка множества  $\{f : \square \rightarrow \square\}$ . Несложно показать, что  $Y \neq s(\square)$ .

Тем не менее, в топологии  $\sigma(s_{fin}(\square), Y)$  все линейно независимые множества замкнуты (см. [3, 4.8]).

Можно показать, что все архимедовы конусы в  $s_{fin}(\square)$  замкнуты в топологии  $\sigma(s_{fin}(\square), Y)$ . Это обстоятельство является аргументом в пользу следующей гипотезы:

**Гипотеза.** Для существования незамкнутого архимедова конуса в топологическом векторном пространстве счетной размерности необходимо и достаточно, чтобы в нем существовало незамкнутое линейно независимое множество.

#### Список литературы:

1. Aliprantis C.D., Tourky R. Cones and Duality. Providence, R. I.: Amer. Math. Soc., 2007. – 296 p. (Graduate Stud. In Math.; Vol. 84)
2. Wilansky A. Modern Methods in Topological Vector Spaces. N. Y.: McGraw-Hill, 1978. – 298 p.
3. Гутман А.Е., Емельянов Э.Ю., Матюхин А.В. Незамкнутые архимедовы конусы в локально выпуклых пространствах // Владикавказский мат. журн. 2015. Т. 17, вып. 3. С. 36-43.

Одуденко Т.А.<sup>1</sup>, Кузьмина Н.А.<sup>2</sup>

### СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ОБЕКТОВ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ ОТ АКТОВ НЕЗАКОННОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА

<sup>1</sup>канд. тех. наук, доцент Дальневосточного государственного университета путей сообщения, г. Хабаровск

<sup>2</sup>старший преподаватель Дальневосточного государственного университета путей сообщения, г.Хабаровск

#### SYSTEM OF PROTECTION OF OBJECTS OF THE HIGH-SPEED MOVEMENT FROM ACTS OF ILLEGAL INTERVENTION

Odudenko Tatiana

Candidate of Science, associate professor of Far Eastern State

Transport University, Khabarovsk

Kuzmina Natalia

Senior teacher of Far Eastern State Transport University, Khabarovsk

#### АННОТАЦИЯ

Рассмотрена специфика защиты объектов высокоскоростного движения от актов незаконного вмешательства в рамках вопроса укрепления транспортной безопасности. Таким образом, в работе рассмотрены угрозы безопасности объектам железнодорожного транспорта, приведены основные факторы системы защиты объектов скоростного движения и представлены элементы защиты объектов инфраструктуры высокоскоростного движения.

#### ABSTRACT

Specifics of protection of objects of the high-speed movement against acts of illegal intervention within a question of strengthening of transport safety are considered. Thus, in work threats to security to objects of railway transport are considered, major factors of system of protection of objects of the high-speed movement are given and elements of protection of objects of infrastructure of the high-speed movement are presented.

Ключевые слова: транспортная безопасность; транспортный комплекс; инфраструктура; акт незаконного вмешательства.

Keywords : transport safety; transport complex; infrastructure; act of illegal intervention.



Создание сети высокоскоростного движения относится к числу немногих проектов национального масштаба, результаты которых определяют историческое развитие государства. Речь идет не только о росте мобильности населения, ускоренном экономическом развитии и увеличении общественного благосостояния. Строительство разветвленной инфраструктуры высокоскоростного движения меняет традиционные представления о пространстве, консолидирует нацию и в конечном итоге является залогом успеха страны в будущем. Под высокоскоростной магистралью понимается новая специализированная железнодорожная линия, предназначенная для поездов со скоростями более 200 км/час. Под скоростным движением – перевозка пассажиров со скоростями от 140 до 200 км/час по модернизированным существующим линиям. Реализация проектов скоростного и высокоскоростного движения вносит весомый вклад в устранение «узких» мест транспортной системы России.

Интенсификация транспортной отрасли, эволюционное развитие транспортных систем ставят новые задачи в вопросах транспортной безопасности. Чем более сложные системы создаются, чем больше увеличиваются скорости передвижения, возрастает пассажирские и грузовые перевозки, тем более сложные проблемы приходится решать в области обеспечения транспортной безопасности.

Возрастание масштабов вызовов и угроз безопасности в мире посредством террористических актов, в том числе на объектах транспорта, является актуальной проблемой, и необходимость её изучения не вызывает сомнения. Таким образом, одна из главных задач сегодня – не просто довести пассажира и обеспечить ему комфортные условия, но и обеспечить его безопасность. Обеспечение транспортной безопасности – это реализация определяемой государством системы правовых, экономических, организационных и иных мер в сфере транспортной комплекса, соответствующих угрозам совершения актов незаконного вмешательства [2].

Транспортные объекты наиболее привлекательны для террористов, как и другие места большого скопления людей. Террористические угрозы и атаки на транспорте имеют большой общественный резонанс и несут серьезные последствия, нарушая ритм транспортного комплекса, влияют на жизнедеятельность многих людей, городов и даже стран.

Российские железные дороги – одни из самых длинных в мире: их общая протяженность составляет 86 тыс. км. По протяженности электрифицированных путей (40,3 тыс. км.) они занимают второе место. В отрасли работают 1,3 млн. человек – почти 2% всего трудоспособного населения России.

На сегодняшний день только номенклатура перевозимых по железной дороге опасных грузов превышает 4 тыс. наименований. Значительную часть из них составляют нефтепродукты, сжатые и сжиженные газы, органические перекиси и пестициды, иные химические вещества и их смеси.

Вопросы укрепления транспортной безопасности в последние годы вошли во всем мире в число самых актуальных проблем. Транспортные коммуникации всегда были и будут зоной повышенного риска, поэтому значение укрепления транспортной безопасности трудно переоценить и для Российской Федерации. Это обусловлено и особой ролью транспортного комплекса и степени его надежности в процессе обеспечения национальных интересов Российской Федерации [1].

Основные угрозы безопасности объектам железнодорожного транспорта:

- закладка взрывных устройств на объектах инфраструктуры железнодорожного транспорта;
- захват заложников;
- ложные анонимные сообщения об угрозе террористического акта;
- незаконное проникновение посторонних лиц на охраняемые объекты;
- несанкционированное вмешательство в работу систем электропитания, управления и защиты технологических процессов;
- наложения посторонних предметов на железнодорожные пути;
- обкидывание подвижного состава подростками;
- разбордование и хищения деталей верхнего строения пути, устройств СЦБ и связи;
- противоправные действия в отношении работников железнодорожного транспорта и пассажиров.

Основные факторы системы защиты объектов скоростного движения:

- ❖ организация скоростного движения поездов и увеличение скоростей их движения (до 200 км/час), при которых даже незначительное вмешательство в деятельность железнодорожного транспорта может повлечь за собой причинение вреда жизни и здоровью людей, значительному материальному ущербу;
- ❖ оснащение железнодорожных магистралей специфическим высокотехнологичным оборудованием и возведение специально подготовленных объектов инфраструктуры, повреждение или выход из строя которых и даже их элементов может привести к потере контроля движения;
- ❖ возможность совершения актов незаконного вмешательства в деятельность железнодорожного транспорта, в том числе террористического характера, в целях устрашения населения и оказания воздействия на органы власти, срыва инновационных проектов Компании «ОАО РЖД».

Система защиты объектов скоростного движения должна обеспечить:

- постоянный мониторинг в реальном режиме времени обстановки на объектах и участках скоростного движения и в контролируемых зонах, в том числе на перегонах;
- превентивное обнаружение в контролируемых зонах объектов и на участках движения и пресечение попыток

несанкционированного проникновения с целью совершения актов незаконного вмешательства в деятельность железнодорожного транспорта;

- управление нарядами охраны для пресечения незаконного вмешательства в деятельность железнодорожного транспорта;

- оперативное информирование правоохранительных органов для принятия мер к правонарушителям;

- своевременную передачу необходимой информации в диспетчерскую службу движения для принятия решения об изменении графика движения с целью предотвращения аварий (крушений) поездов.

В основу системы защиты объектов инфраструктуры и участков скоростного движения от актов незаконного вмешательства положен объективный принцип с формированием локальных (выделенных зон контроля). Объектами защиты определяются участки магистрали с расположенной на них инфраструктурой.

На участках магистрали создается сеть опорных пунктов охраны и ситуационных центров безопасности с последующей интеграцией информации пункта управления обеспечением транспортной безопасности скоростного движения (рисунок 1).

Системы защиты объектов инфраструктуры высокоскоростного движения включает следующие элементы:

Силы:

- ✚ работники ведомственной охраны Федерального агентства железнодорожного транспорта (караулы, наряды, совместные специализированные группы);

- ✚ работники частных охранных предприятий (наряды);

- ✚ сотрудники транспортной милиции .

Средства:

- ✚ охранного телевидения (технические средства видеоконтроля и наблюдения);

- ✚ охранной сигнализации;

- ✚ контроля и управления доступом;

- ✚ оповещения и оперативной связи;

- ✚ защиты информации.

Органы управления:

- ✚ опорные пункты охраны;

- ✚ ситуационные центры безопасности на участках магистрали;

- ✚ пункты управления обеспечением транспортной безопасности скоростного движения при диспетчерских центрах управления перевозочным процессом.

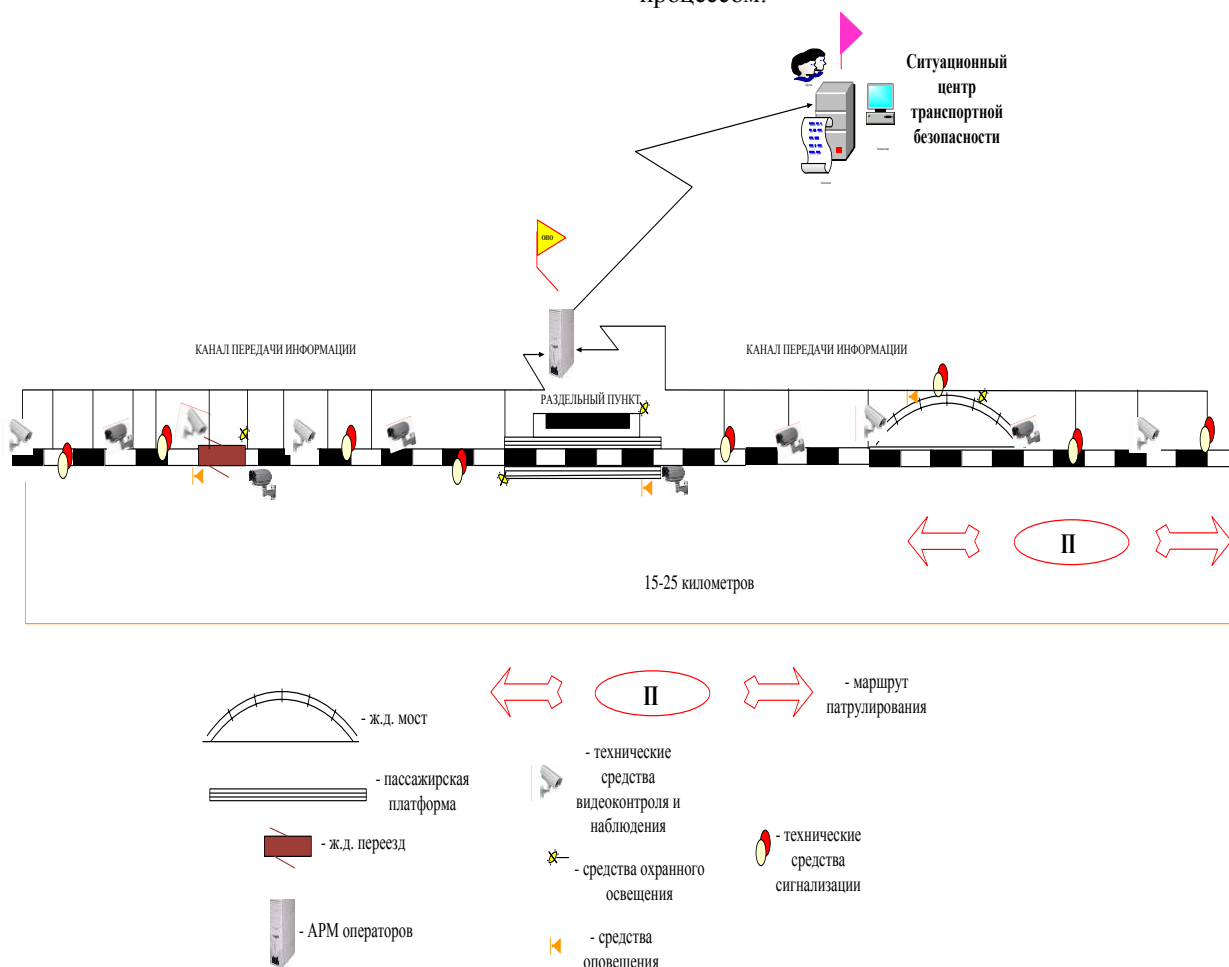


Рисунок 1. Сеть опорных пунктов охраны и ситуационных центров транспортной безопасности

В условиях нарастания процессов глобализации и транснационализации экономики, формирования единого мирового рынка товаров и информационных технологий, а также интенсификации международного

общения, неизбежен быстрый рост объема транспортных услуг. Превращение внутренних транспортных коммуникаций наших стран в органическую часть международных транспортных

коридоров, связывающих Европу и Азию, приведет к росту экспорта транспортных услуг.

Такие специфические особенности как значительная протяженность транспортных магистралей, большое количество объектов инфраструктуры и транспортных средств, их круглосуточный режим работы по обслуживанию возрастающего потока пассажиров и грузов, в том числе потенциально опасных, создают дополнительные сложности при организации их безопасного функционирования.

Россия первой в мире реализовала Комплексную программу обеспечения безопасности населения на транспорте. По этой программе и Ространснадзор существенно увеличил свою эффективность за счет нового технического оснащения и создания системы стационарных и мобильных центров контроля и надзора на транспорте во всех Федеральных округах. Концепция транспортной безопасности Российской Федерации – система взглядов на обеспечение в Российской Федерации безопасности личности, общества и государства от внешних и внутренних угроз в транспортной сфере. В Концепции сформулированы важнейшие направления государственной политики Российской Федерации в этой сфере жизнедеятельности.

Обеспечением безопасности на транспорте занимается большое количество людей, непродуманные действия каждого из них могут

обернуться бедой. И здесь желательно помнить, что помимо мер законодательных необходимы меры экономического стимулирования, которые требуют немалых затрат.

Железная дорога в силу географических особенностей остаётся самым уязвимым видом транспорта для атак террористов. Тем более государство и является собственником этой инфраструктуры. Это сфера взаимной ответственности, которая должна быть закреплена законодательно. Между тем правительство уже начало выделение средств на эти цели, не дожидаясь изменения законодательства. ОАО «РЖД», в вопросах транспортной безопасности, прокладывает путь для других компаний, как в технической так и в правовой сферах.

Таким образом, говоря о безопасности, следует иметь в виду, что наличие законов по различным направлениям, не даст желаемого результата, если они не будут опираться на экономический фундамент страны.

#### Список литературы:

1. Кузьмина, Н.А. Состояние обеспечения транспортной безопасности на объектах железнодорожного транспорта в настоящее время / Т.А. Оуденко, Н.А. Кузьмина//Глобальный научный потенциал. – Санкт-Петербург. – №5. – 2015. – С. 76-78.
2. Федеральный закон от 9 февраля 2007 г. № 16-ФЗ «О транспортной безопасности»

*Пурко Алексей Вячеславович.*

### ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ШЛАКОЩЕЛОЧНОГО ВЯЖУЩЕГО С ДИСПЕРСНЫМ АРМИРОВАНИЕМ

*Аспирант кафедры строительного материаловедения и дорожного строительства, Липецкого государственного технического университета.*

#### RESEARCH PROPERTIES OF SLAG - ALKALI BINDER WITH DISPERSIVE REINFORCEMENT

##### АННОТАЦИЯ.

*В данной работе проведено исследование свойств шлакощелочного вяжущего и сравнение их со свойствами цемента. Так же в данной работе представлены преимущества шлакощелочного камня с дисперсным армированием.*

##### ABSTRACT

*In this study the research of properties slag-alkali and binder and comparison them with properties of cement was carried. Moreover, in this study all benefits of slag-alkali stone with dispersive reinforcement are represented*

*Ключевые слова: шлак, щелочь, шлакощелочное вяжущие, дисперсное армирование.*

*Key word: slag, alkali, slag-alkali binder, dispersive reinforcement.*

Строительные материалы, изделия и конструкции составляют основную часть себестоимости строительства. При их выборе мы должны основываться на: эффективных ресурсных и энергосберегающих, экологически чистых строительных материалов, изделий и конструкций. Такие материалы, изделия и конструкции существенным образом позволят уменьшить стоимость строительства, его трудоемкость и энергоёмкость, при этом повышая эффективность, долговечность и комфортность зданий.

Для обеспечения минимальной материалоемкости производства расход сырьевых

материалов на единицу продукции должен быть достаточно небольшим. Это касается и тепловой и электрической энергии, а также уменьшения выбросов в атмосферу окиси углерода.

В связи постоянным удорожанием традиционных вяжущих, таких как цемент, встал вопрос об альтернативных вяжущих, которые по свойствам будут схожи с традиционными или превосходить их. На мой взгляд, к таким вяжущим можно отнести геополимерные материалы. В настоящее время наиболее исследованными из геополимерных материалов считаются шлакощелочные вяжущие (ШЩВ) и строительные

изделия на их основе. В основу ШЩВ входят отходы металлургической и химической промышленности. Это шлаки металлургических производств и отходы химической промышленности. Такой тип вяжущего поможет решить экологическую проблему, а именно, утилизацию отходов промышленности. Если говорить о практической составляющей такого вида вяжущего, то можно привести много примеров, где данное вяжущее было использовано. Лидерами производства ШЩВ является Япония и Сингапур. По данным на 2007 год в странах Европы было произведено около 20 млн. тонн шлакощелочного цемента (ШЩЦ). Развитие ШЩЦ в Европе признано приоритетным, так как при производстве не нужен обжиг, а следовательно, не происходит выбросов в атмосферу. В нашей стране такая технология по началу не получила должного внимания. Но в данный момент нарастает актуальность данной темы, так как на заводе скопились миллионы тонн отходов металлургической промышленности. На протяжении 60 лет ведутся разработки безклинкерного шлакощелочного вяжущего. За это время были разработаны основы

получения ШЩВ, растворов и бетона, а также на их основе были созданы составы широкой номенклатуры вяжущих и строительных композитов, утверждены нормативные документы, регламентирующие их составы, свойства, технологию производства и применение. Основная теория твердения шлакощелочного вяжущего сводится к следующему: гидратационные и вяжущие свойства металлургических шлаков зависят от их химико-минералогического состава, наличия в них реакционноспособных минералов, содержания свободных оксидов кальция. Для этого надо рассмотреть химические составы шлаков разных регионов России. Если оценить химические составы шлаков, то содержание в них оксида кальция составляет примерно 39 - 49% (табл. 1). Свойства ШЩВ зависят также и от вида щелочного компонента. Ранее было установлено что при использовании соды, едкого натра и жидкого стекла активность увеличивается с М300 до М700, с М400 до М600 и с М200 до М400, соответственно.

Табл.1 Химический состав доменных шлаков.  
Содержание компонентов, %

Металлургический завод	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	S
Новолипецкий	38,4	10,8	39,8	8,5	1,40
Орско - Халиловский	37,2	12,5	44,9	3,0	0,15
Череповецкий	39,0	7,9	39,6	11,8	0,65
Челябинский	39,7	14,6	35,9	7,6	0,77
Магнитогорский	37,1	13,2	39,6	7,6	1,0

Так же не стоит забывать, что на свойства ШЩВ оказывает влияние удельная поверхность и гранулометрический состав. Для каждого вида вяжущего установлена тонкость помола, рационально подобранная с точки зрения обеспечения определенного уровня свойств при оптимальном расходе энергоресурсов. Для шлакощелочных

вяжущих (ШЩВ) в соответствии с ТУ 67-1020-89 «Вяжущее шлакощелочное» и Рекомендациями НИИЖБ удельная поверхность шлака должна составлять не менее 250-300 м<sup>2</sup>/кг (по остатку на сите №008 не более 9-10%) [1].

Проектные марки шлакощелочного бетона которые могут быть получены указаны в таблице 2[3].

Табл.2 Проектные марки шлакощелочного бетона

Вид испытания	Условное обозначение	Размерная характеристика	Марка бетона
Прочность при осевом сжатии	M	кгс/см <sup>2</sup>	200-100
Прочность при растяжении	R <sub>p</sub>	кгс/см <sup>2</sup>	20-60
Морозостойкость	F	Кол-во циклов замораживания и оттаивания	200-100
Водонепроницаемость	B		4-20

Если рассматривать специальные свойства шлакощелочного бетона: высокую морозостойкость (F200-F1000), коррозионную стойкость в различных

агрессивных средах, паро- и водонепроницаемость, способность твердеть при отрицательных температурах, долговечность. Также его можно

использовать при приготовление высокопрочных бетонов. При производстве бетона на основе шлакощелочного цемента у получаемой пасты намного меньше капиллярных пор, чем у бетона, изготовленного на обычном портландцементе. Этот фактор значительно уменьшает водопоглощение и увеличивает морозостойкость бетона, что повышает эксплуатационные свойства бетонных конструкций. Более того, коррозия арматуры в шлакощелочном бетоне в разы меньше, чем в портландцементных бетонах.

При твердении шлакощелочных вяжущих выделяется меньше тепла, чем при твердении портландцемента, что позволяет эффективно использовать их при возведении массивных сооружений

Что касается технологии производства шлакощелочного вяжущего, то она довольно проста. Процесс его приготовления включает следующие операции: сушку исходных компонентов (шлак и активная минеральная добавка) до 1%; затем исходные компоненты и щелочной компонент загружают в мельницу где их измельчают до удельной поверхности 3000-3500 см<sup>2</sup>/г [3].

Но не смотря на все преимущества шлакощелочного бетона у него есть ряд недостатков, а именно малый коэффициент трещиностойкости, плохую адгезию с отделочными материалами.

Современное строительство ориентировано больше на возведение массивных сооружений: офисы, торгово-развлекательные комплексы, магазины, спортивные сооружения и т.д. И для этого нужны новые конструктивные решения и строительные материалы, позволяющие облегчить конструкции, уменьшить массу элементов, при сохранение высокой надежности и экономической целесообразностью. И исходя из всех этих требований следует, что шлакощелочной вяжущие с дисперсным армирования удовлетворяет всем этим требованиям. Для этого необходимо ввести в раствор шлакощелочного бетона армирующие компоненты, такие как фибру. Установлено что фибра позволит увеличить прочность изделия, повысить коэффициент трещиностойкости, увеличить морозостойкость, снизить водопоглощение, повысить устойчивость бетона к истиранию. Так же на более поздних этапах при затвердевании бетона, когда

он начинает давать усадку, фибра соединит края трещин и не дает распозаться им. Также при разрушении шлакощелочного камня, фибра будет удерживать структуру, не позволяя распасться камню. Также одно из преимуществ фибры, если сравнивать с традиционным армированием сетками, это еравномерное распределение по всем направлениям. Поскольку фибра блокирует капилляры, это позволяет повысить водостойкость бетона. Не говоря уже о том, что фиброволокно характеризуется высокой адгезией, которая позволяет создать однородную смесь.

#### Список литературы:

1. Рекомендации по изготовлению шлакощелочных бетонов и изделий на их основе. – М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1986. – 55с.
2. Глуховский В.Д. Шлакощелочные вяжущие и мелкозернистые бетоны на их основе. - Ташкент.: Узбекистан, 1978. – С.485.
3. Глуховский В.Д., Пахомов В.А. Шлакощелочные цементы и бетоны. - Киев, Будівельник, 1978. - С. 178.
4. Гончарова М.А. Системы твердения и строительные композиты на основе конвертерных шлаков. Воронеж: ВГАСУ, 2012. 136 с.
5. Гончарова М.А., А.В Копейкин, В.В. Крохотин Оптимизация методики определения минералогического состава конвертерных шлаков . Строительные материалы, №1 2015. с.60-64
6. Рахимов, Р.З. Шлакощелочные вяжущие в современном строительстве / Р.З. Рахимов, Н.Р. Хабибуллина, А.А. Соколов // Актуальные проблемы строительства. Вторые Соломатовские чтения: Материалы Всерос. науч.-техн. конф.- Саранск: Изд-во Мордов. Ун-та, 2003. – 144-148.
7. Рахимов, М.М. К вопросу использования техногенных отходов в производстве вяжущих и бетонов / М.М. Рахимов, Н.Р. Хабибуллина, Р.З. Рахимов // Строительный вестник Татарстана, №2, 2003, с.57-60.
8. Рахимова, Н.Р. Влияние дисперсности и гранулометрического состава молотых шлаков на свойства шлакощелочных вяжущих / Н.Р. Рахимова, Р.З. Рахимов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. - №11. – 2008. – с.16-18.

*Таран В.Н.<sup>1</sup>, Филимоненкова Т.Н.<sup>2</sup>, Осыка В.Е.<sup>3</sup>*

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ САНАТОРИЯ

<sup>1</sup>канд. техн. наук, доцент Гуманитарно-педагогической академии (филиал) Крымского федерального университета, г. Ялта

<sup>2</sup>старший преподаватель Гуманитарно-педагогической академии (филиал) Крымского федерального университета, г. Ялта

<sup>3</sup>студентка Гуманитарно-педагогической академии (филиал) Крымского федерального университета, г.

### DESIGN OF THE DATABASE OF SANATORIUM

Victoria Taran

Candidate of Science, assistant professor of Humanitarian and Pedagogical Academy (branch) of the Crimean Federal University, Yalta

Tatyana Filimonenkova

senior teacher of Humanitarian and Pedagogical Academy (branch) of the Crimean Federal University, Yalta

Victoria Osyka

Student of Humanitarian and Pedagogical Academy (branch) of the Crimean Federal University, Yalta

### АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются основные понятия и этапы проектирования баз данных, а также основные и дополнительные методы и средства защиты данных. Разрабатывается база данных санатория, для которой прописываются функциональные требования, анализируются сущности, создаются таблицы, формы, запросы и отчеты.

### ABSTRACT

In the article, the basic concepts and design stages of databases, and also the main and additional methods of data security are considered. There are developed functional requirements register for the database of sanatorium, analyzed essence, created tables, forms, inquiries and reports.

*Ключевые слова:* база данных; банк данных; системы управления базами данных; защита данных.

*Keywords:* database; databank; database management systems; data security.

**Введение.** В современном мире, изобилующем информацией и страдающем от нехватки времени, универсальным средством сбора, обработки, хранения и передачи данных являются базы данных. Именно поэтому проектирование информационной системы, основанной на управлении базой данных, обладающей понятным интуитивным интерфейсом, становится все более востребованной задачей для IT-специалиста в любой отрасли хозяйственной деятельности, в том числе и в управлении санаторием или санаторно-курортном комплексе.

**Цель и задачи** исследований – теоретическое обоснование разработки и проектирования базы данных для санатория, которая отражала бы все требования работы с информацией лицами, связанными с управлением и отчетностью в санатории, и имела бы необходимые функции для обработки хранящихся данных.

Информационная система – это система, которая накапливает, обрабатывает, управляет и распоряжается данными об объектах реального мира. Основа такой системы – базы данных, которые объединяются в банки данных (БнД). Банк данных (БнД) – это система баз данных, программных, языковых и других средств для обеспечения накопления и коллективного использования данных. База данных – это упорядоченная структура данных, касающихся определенной задачи и составляющих

законченную систему. Иными словами, БД – хранилище логически связанных между собой данных. Система управления базами данных (СУБД) – программное обеспечение, с помощью которого пользователи могут разрабатывать, создавать, модифицировать базу данных и осуществлять к ней контролируемый доступ [1].

Основная цель проектирования БД – это сокращение избыточности хранимых данных, а следовательно, экономия объема используемой памяти, уменьшение затрат на многократные операции обновления избыточных копий и устранение возможности возникновения противоречий из-за хранения в разных местах сведений об одном и том же объекте [2].

При разработке БД можно выделить следующие этапы работы.

I этап. Постановка задачи. Формируется задание по созданию БД, описывается состав базы, назначение и цели ее создания, а также перечисляется, какие виды работ предполагается осуществлять в этой базе данных (отбор, дополнение, изменение данных, печать или вывод отчета и т. д.).

II этап. Анализ объекта. Рассматривается, из каких объектов может состоять БД, каковы свойства этих объектов, тип данных каждой отдельной единицы записи.

III этап. Синтез модели. Необходимо выбрать определенную модель БД, которая сможет максимально обеспечить реализацию поставленной задачи. После выбора модели необходимо нарисовать ее схему с указанием связей между таблицами или узлами.

IV этап. Выбор способов представления информации и программного инструментария [3].

Для проектирования базы данных сбор данных начинается с анализа сущностей и процессов, которые используют эти сущности. Сущности группируются по некоторым характеристикам (например, частоте их использования, количеству атрибутов и т.п.) и по

количеству ассоциативных связей между ними. Сущности или группы сущностей, обладающие наибольшим сходством и (или) с наибольшей частотой ассоциативных связей объединяются в предметные БД. Но иногда сущности объединяются без использования формальных признаков, а по "здравому смыслу".

Реляционная модель ориентирована на организацию данных в виде двумерных отношений (таблиц). Основными понятиями реляционных БД являются: сущность, отношение, тип данных, домен, атрибут, кортеж, первичные и вторичные ключи, целостность данных [4], как показано на рис. 1.

Номер	Фамилия	Имя	Отчество	Пол	Дата рож.
100	Абрамов	Илья	Борисович	м	19.11.81
101	Алексеев	Тарас	Климович	м	17.04.42
102	Алексеева	Таисия	Николаевна	ж	18.08.68
103	Андреева	Екатерина	Артемовна	ж	22.08.58
104	Антонова	Ольга	Андреевна	ж	11.05.72
105	Арканов	Антон	Викторович	м	08.03.78

← Домен  
← К  
← о  
← р  
← т  
← е  
← ж  
← ж

↑ Атрибут  
↑ Первичный ключ  
← Степень отношения

Рисунок 1. Основные понятия реляционных БД на примере базы данных «Санаторий»

Сущность или объект — это то, о чем необходимо хранить информацию. Данные о сущности хранятся в отношении.

Атрибут — свойство, характеризующее сущность (столбец или поле). Атрибут должен иметь атомарное (неделимое) значение.

Домен — подмножество типа данных, определяющее набор допустимых значений.

Кортеж — это множество пар <атрибут - значение>, принадлежащее данной схеме отношения (строка или запись).

Степень отношения — это число его атрибутов.

Кардинальное число (мощность отношения) — количество кортежей.

PrimaryKey (Первичный ключ) — минимальный набор атрибутов, по значениям которых можно найти требуемый кортеж отношения.

При определении данных, которые будут содержаться в базе данных «Санаторий» и типов данных было предложено создать 8 таблиц, организация связей между которыми, благодаря чему появляется возможность организовать согласованную работу компонентов базы, показана на рис. 2.

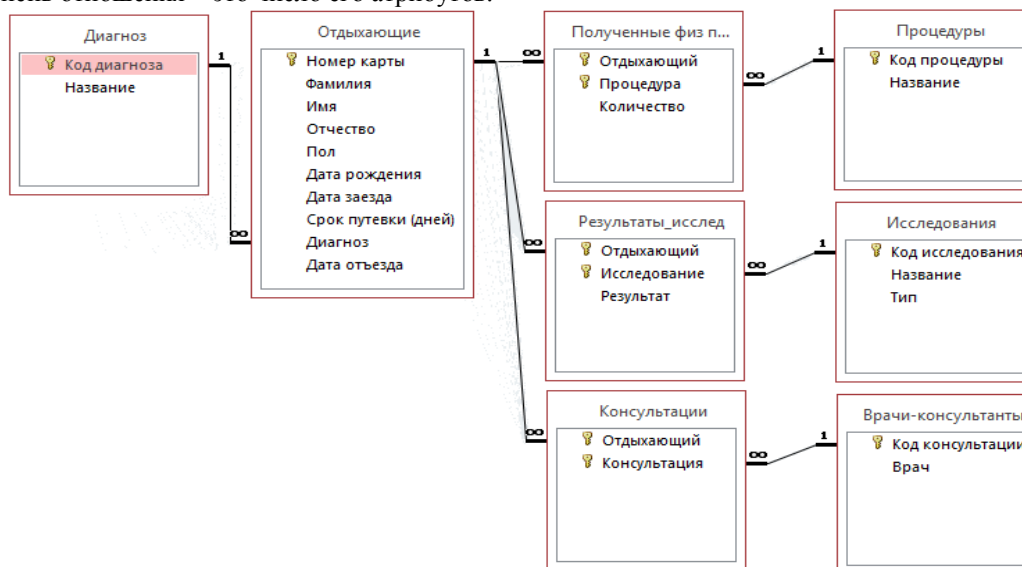


Рисунок 2. Схема данных



После создания таблиц и проектирования схемы данных была разработана главная форма СУБД – форма навигации, в которой отражены основные функции базы данных. Главная форма – форма

навигации (рис.3) имеет 23 кнопки, разбитые на категории: формы, запросы, таблицы и отчеты. Это позволяет пользователю свободно ориентироваться в данной базе. Особая категория – Таблицы.

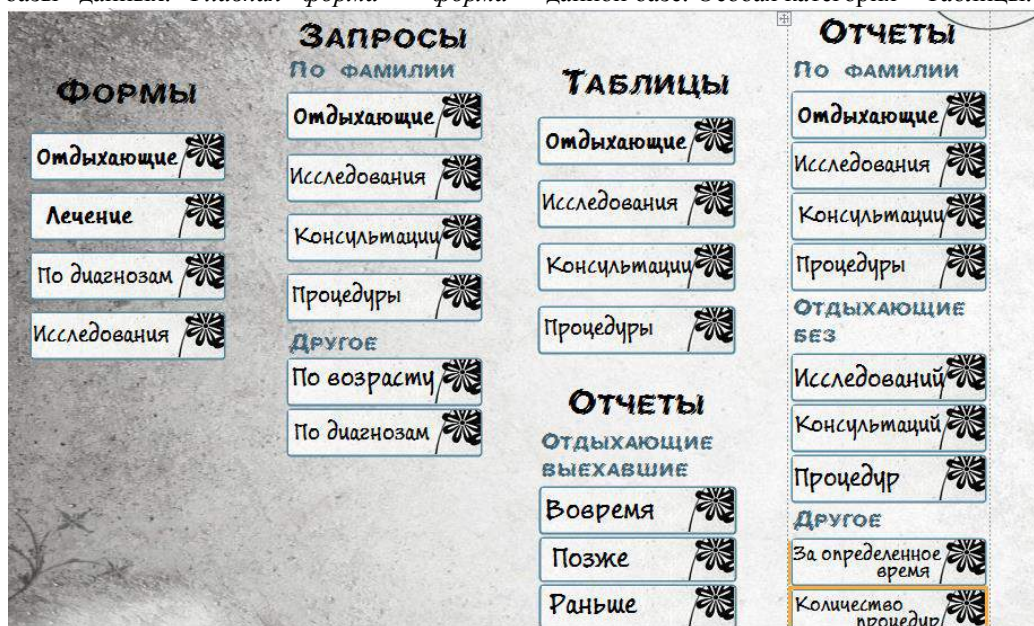


Рисунок 3. Главная форма – Форма навигации

Форма *Предоставляемые услуги* (рис.4) предназначена для изменения или ознакомления с услугами санатория. Имеет 3 вкладки: Первая – Консультанты, вторая – Исследования, третья –

Процедуры. Перемещаясь по вкладкам, пользователь найдет нужную ему информацию об услугах данного санатория.

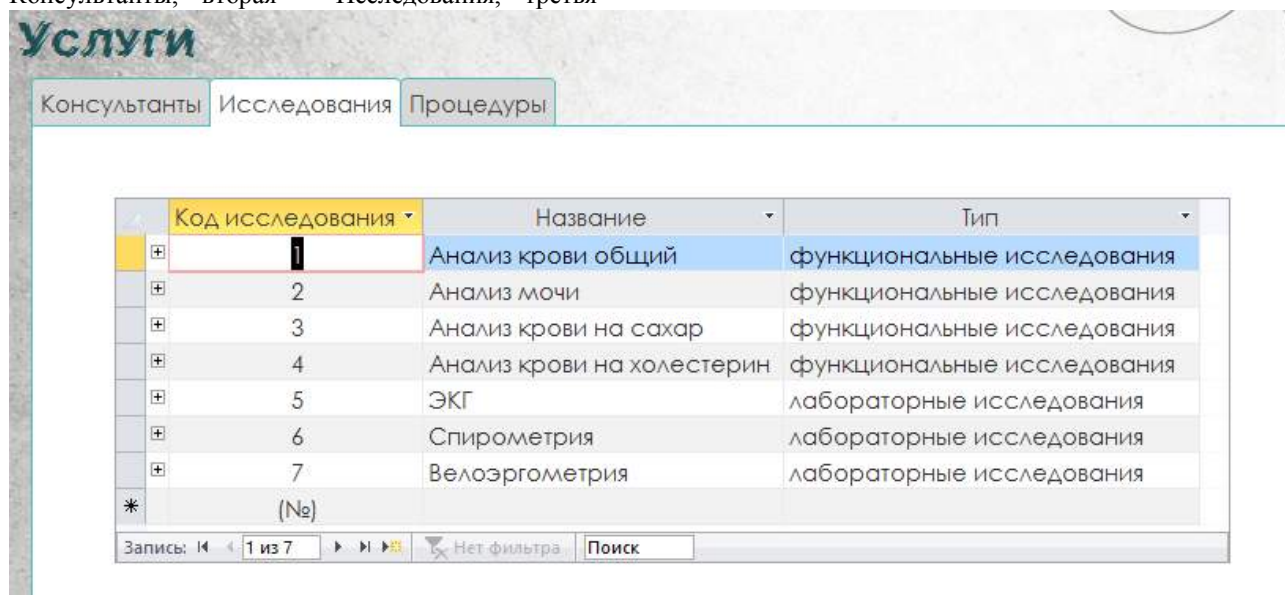


Рисунок 4. Форма «Предоставляемые услуги»



Форма Отдыхающие (рис.5) построена на основе таблицы Отдыхающие.

Отдыхающий Отдыхающие без исследований Отдыхающие без консультаций Отдыхающие без процедур

## ОТДЫХАЮЩИЕ

Выберите номер отдыхающего

Номер карты:

Фамилия:

Имя:

Отчество:

Пол	Дата рождения	Дата заезда	Срок путевки (дней)	Диагноз	Дата отъезда
М	19.11.81	01.01.15	21	Абсцесс	22.01.15

Рисунок 5. Форма Отдыхающие

В область данных добавлен элемент управления Вкладка и растянут на весь экран. На первую вкладку с названием Отдыхающий были добавлены личные данные о посетителе из таблицы Отдыхающие. Вторая вкладка Отдыхающие без исследования пользуются данными с запроса Отдыхающие без исследований. Третья и четвертая вкладка с названиями Отдыхающие без консультаций и Отдыхающие без процедур, также берут данные из соответствующих запросов.

Было создано 13 запросов таких типов: простой запрос, записи без подчиненных, пустой запрос. Например, Запрос «Количество отдыхающих за определенный промежуток времени» (рис. 6), Запросы «Выборка исследований по фамилии», «Вычисления: отдыхающие выехавшие раньше срока», «Отдыхающие выехавшие позже срока» и «Отдыхающие выехавшие вовремя».

Введите значение параметра ? ✕

Введите начало промежутка

Введите значение параметра ? ✕

Введите конец промежутка

Количество отдыхающих за определенный промежуток времени			
Дата заезд	Фамилия	Имя	Отчество
01.01.15	Абрамов	Илья	Борисович
01.01.15	Алексеев	Тарас	Климович
01.01.15	Алексеева	Таисия	Николаевна
01.01.15	Андреева	Екатерина	Артемовна
05.01.15	Антонова	Ольга	Андреевна
22.01.15	Арканов	Антон	Викторович
22.01.15	Арканов	Павел	Дмитрьевич
22.01.15	Арканова	Наталия	Валентиновна
22.01.15	Бажов	Александр	Викторович
22.01.15	Бакланова	Алена	Георгьевна
<b>Итого</b>			<b>10</b>

Рис. 6. Запрос Количество отдыхающих за определенный промежуток времени

Было создано 11 отчетов и 3 подчиненных отчета.

Отчет Отдыхающие без исследований создан на основе запроса Отдыхающие без исследований.

Пользователь может посмотреть скольким людям не назначены исследования и при необходимости изменить данные. Для этого достаточно нажать на специальную кнопку в левом верхнем углу. Также

пользователю предоставляется возможность консультаций, Отдыхающие без  
сохранить отчет в формате PDF (рис.7). В таком стиле физиотерапевтических процедур.  
разработаны такие отчеты: Отдыхающие без

Изменить данные		<b>ОТДЫХАЮЩИЕ БЕЗ ИССЛЕДОВАНИЙ</b>			19 мая 2015 15:37:55	
Сохранить в PDF		Номер карты	Фамилия	Имя	Отчество	Диагноз
		101	Алексеев	Тарас	Климович	Омфалит
		103	Андреева	Екатерина	Артемовна	Увеит
		104	Антонова	Ольга	Андреевна	Анемия
		105	Арканов	Антон	Викторович	Анемия
		106	Арканов	Павел	Дмитрьевич	Гемофилия
		109	Бакланова	Алена	Георгиевна	Катаракта

Рисунок 7. Отчет Отдыхающие без исследований

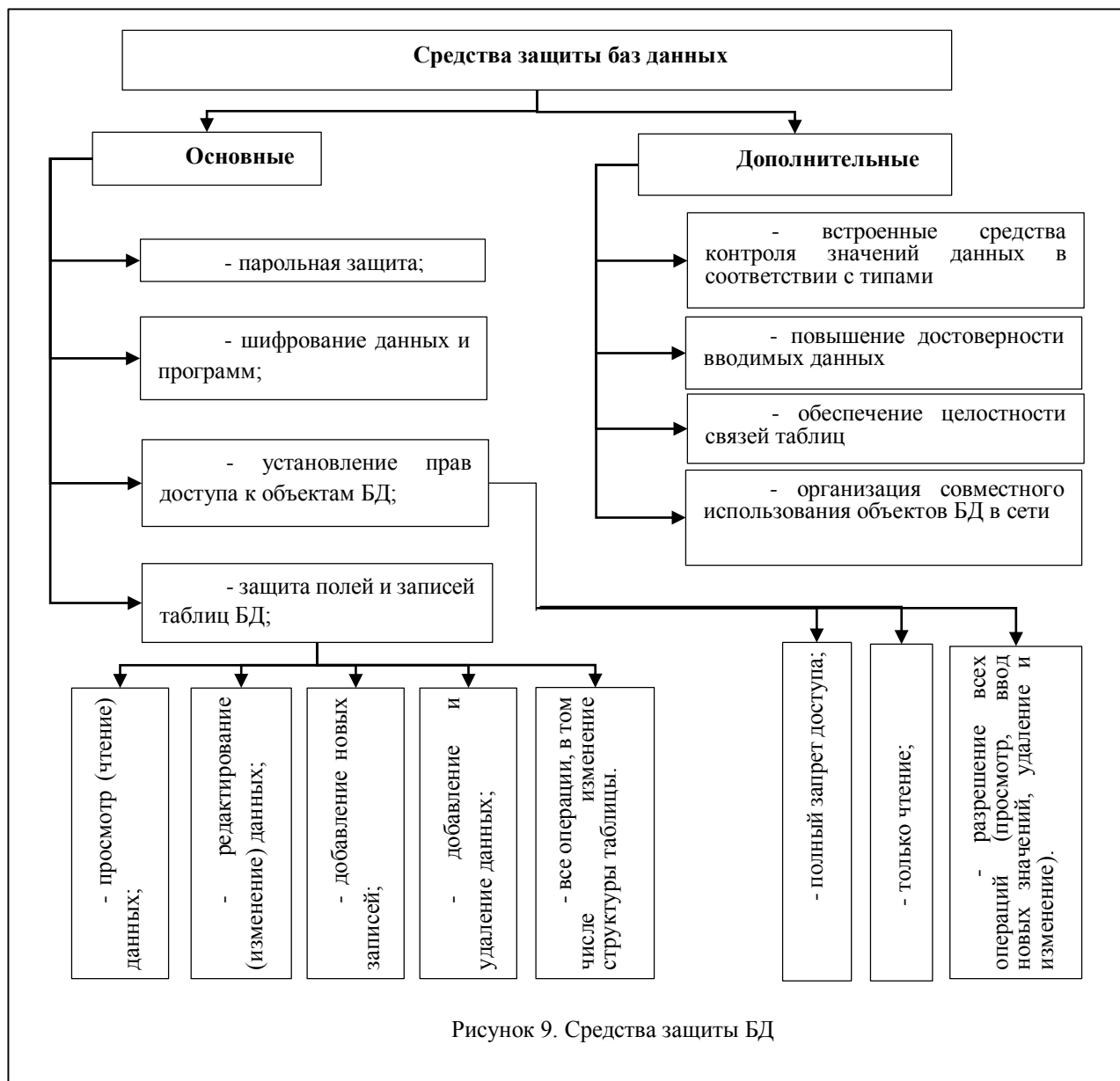
Отчет Отдыхающие выехавшие раньше срока создан на основе запроса. Пользователь может просмотреть список отдыхающих, покинувших санаторий раньше положенного времени, а также количество оставшихся дней (рис.8). При необходимости пользователь может изменить данные или сохранить отчет в формате PDF.

■ Отдыхающие выехавшие раньше срока

Изменить данные		<b>ОТДЫХАЮЩИЕ ВЫЕХАВШИЕ РАНЬШЕ СРОКА</b>					21 мая 2015 20:47:45	
Сохранить в PDF		Номер карты	Фамилия	Имя	Отчество	Дата заезда	Дата отъезда	Количество оставшихся дней
		103	Андреева	Екатерина	Артемовна	01.01.15	12.01.15	10
		117	Булгаков	Альберт	Валентинович	01.03.15	20.03.15	2
		122	Вольнов	Леонид	Олегович	22.03.15	25.03.15	4
		127	Григорович	Евгения	Альбертовна	01.04.15	11.04.15	11
		133	Золотова	Мария	Григорьевна	01.08.14	03.08.14	12
		138	Конаков	Игорь	Евгеньевич	22.08.14	10.09.14	2
		141	Красилов	Павел	Альбертович	01.09.14	20.09.14	2
		187	Тарасов	Анатолий	Захарович	12.11.14	01.12.14	5
		190	Туинова	Алиса	Георгиевна	12.03.15	01.04.15	1
		195	Цветаев	Геннадий	Ефремович	21.04.15	25.04.15	3

Рисунок 8. Отчет Отдыхающие выехавшие раньше срока

Средства защиты БД в различных СУБД несколько отличаются друг от друга. На основе анализа современных СУБД Borland и Microsoft можно утверждать, что средства защиты БД условно делятся на две группы, основные и дополнительные [5], как показано на рис. 9.



Парольная защита применяется как один из самых эффективных способов защиты БД от несанкционированного доступа. Шифрование данных позволяет скрыть как данные, так и описание алгоритмов от несанкционированного пользователя. Права доступа определяют возможные действия над объектами, например, пользователь и администратор БД имеют различные уровни доступа.

К дополнительным средствам защиты БД можно отнести средства защиты, которые непосредственно влияют на безопасность данных. Работая с БД, пользователь может случайно ввести значения, не соответствующие типу поля (например, ввод в числовое поле текстовой информации), в этом случае СУБД блокирует ввод и сообщает пользователю об ошибке. Средства повышения достоверности вводимых значений в СУБД служат для более глубокого контроля, связанного с семантикой обрабатываемых данных.

Для того, чтобы защитить данные от посторонних пользователей можно применить

шифрование базы данных. Делать это необходимо в монопольном режиме. Выбрать этот режим можно при открытии базы. Далее программа потребует ввод пароля и его повтор. При необходимости удаления пароля нужен также монопольный режим. Пароль от базы данных «Санаторий»: goot.

**Выводы.** Таким образом, проведено теоретическое обоснование проектирования базы данных санатория, для которой предложен и создан удобный интерфейс, реализованы запросы, разработаны формы и отчеты, необходимые для работы пользователей и имеющейся информацией, предложено организовать разграниченный доступ.

#### Список литературы:

1. Кузин А.В. Базы данных .М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 320 с.
2. Кириллов В.В. Основы проектирования реляционных баз данных: учебное пособие. – [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://citforum.ru/database/dbguide/4-1.shtml>

3. Алексеев Е.Г., Богатырев С.Д. Информатика. Мультимедийный электронный учебник [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://inf.e-alekseev.ru/text/Etapy\\_bd.html](http://inf.e-alekseev.ru/text/Etapy_bd.html)

4. Гурвиц Г. MicrosoftAccess 2010. Разработка приложений на реальном примере. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 496 с.

5. Средства защиты базы данных [электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://www.life-prog.ru/1\\_13285\\_sredstva-zashchiti-bazi-dannih.html](http://www.life-prog.ru/1_13285_sredstva-zashchiti-bazi-dannih.html)

*Тарасов А.В.<sup>1</sup>, Тарасов И.В.<sup>2</sup>*

## К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ФРИКЦИОННЫХ БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ САПР

*<sup>1</sup>канд. техн. наук, доцент Сибирского федерального университета, г. Красноярск*

*<sup>2</sup>канд. техн. наук, доцент Сибирского федерального университета, г. Красноярск*

### *TO A QUESTION SIMULATION OF FRICTION BOLTING IN CAD*

*Tarasov Aleksey Vladimirovich*

*Candidate of Engineering Sciences, assistant professor of Siberian federal University, Krasnoyarsk*

*Tarasov Igor Vladimirovich*

*Candidate of Engineering Sciences, assistant professor of Siberian federal University, Krasnoyarsk*

### *АННОТАЦИЯ*

*В статье представлен обзор современных программных средств, подходящих для моделирования фрикционных болтовых соединений. Представлен анализ более сложных продуктов, таких, как Ansys и NASTRAN. Наиболее подходящим продуктом для поставленных задач, по мнению авторов, является Solid Works, позволяющий использовать виртуальный соединитель, что значительно упрощает расчет.*

### *ABSTRACT*

*The article says about the choice of software products for the calculation of frictional joints in construction. Modeling friction joints with programs Ansis or NASTRAN is very difficult for the average designer. There is a software product is more suitable for this purpose, allowing us to obtain quite good results - SolidWorks. This program allows to use virtual connector, which considerably simplifies the calculation task.*

*Ключевые слова: фрикционные болтовые соединения, болты, моделирование*

*Keywords: friction bolting, bolts, simulation*

На рынке программного обеспечения существует большой выбор программных средств, позволяющих решать задачи строительной механики любой сложности. Например, весьма известные Ansys и NASTRAN обладают обширным функционалом и, практически, неограниченными возможностями в области решения задач проектирования строительных конструкций, зданий и сооружений, а также машиностроительной отрасли. Однако для проектирования рядовых строительных конструкций подобные инструменты зачастую оказываются слишком громоздкими, неоправданно сложными в использовании и требующими узкоспециализированных знаний для конкретной задачи. В проектировании зданий и сооружений более распространены такие программные продукты, как SCAD, Лира, Robot Structural, MicroFE, Sofistic и др. Наиболее известным и используемым до сих пор является SCAD, несмотря на полное отсутствие развития данного продукта, как по функционалу, так и по интерфейсу, который на сегодняшний день устарел, как минимум, на десятилетие.

Несмотря на огромное количество САПР, решатели задач строительной механики разделяются

на различные направления и у каждой из них есть свои специализированные области.

Совершенствование строительных конструкций приводит к необходимости решения новых задач, не регламентированных нормативными документами. Для исследования новых решений в строительстве возникает необходимость применения программных средств, которые обычно не используют в практике проектирования строительных конструкций. Одной из таких специализированных САПР является SolidWorks simulation, ориентированной, преимущественно, для решения задач машиностроения и проектирования механизмов. Вероятно, для некоторых пользователей, более известным названием является Cosmos, который на сегодняшний день интегрирован в SolidWorks и больше не является отдельным программным продуктом.

Примером необходимости использования конструктором SolidWorks служит необходимость исследования современных строительных конструкций из легких стальных тонкостенных оцинкованных профилей (ЛСТК), а именно – фрикционных соединений на высокопрочных болтах с предварительным натяжением. В таких соединениях,

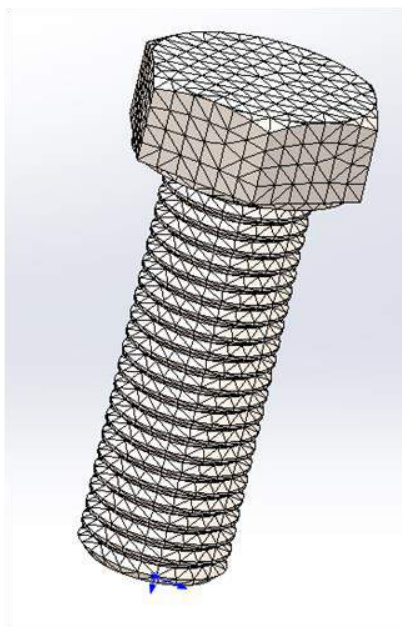
усилия воспринимаются не телом болта или кромками болтовых отверстий, работающих на срез и смятие соответственно, а силой трения, возникающей между поверхностями соединяемых деталей.

Экспериментальные исследования трения в соединениях тонкостенных элементов показали, что расчетная несущая способность  $Q_{bh}$ , вычисленная по существующим нормативным документам [1], не соответствует фактической. Отличие составляет более 50%.

$$Q_{bh} = \frac{R_{bh} A_{bh} \mu}{\gamma_h}$$

Одним из вариантов расчета является моделирование трения в соединениях

а



твердотельными моделями болтов с разбиением на объемные КЭ (рис. 1, а). Для этих целей можно использовать, например, упомянутые выше Ansys или NASTRAN. Однако, для анализа болтового соединения в целом, не преследуя цель исследования напряженно-деформированного состояния околоболтовой зоны, наиболее подходящим программным продуктом для строителя является SolidWorks, который ориентирован для решения подобных специализированных задач. Данный продукт позволяет использовать виртуальные соединители (рис. 1, б), что в отличие от моделирования болтов, как отдельных элементов модели, позволяет значительно разгрузить расчетную схему, на порядок уменьшить количество конечных элементов и снизить требования к характеристикам ЭВМ, что ускоряет процесс решения задач.

б

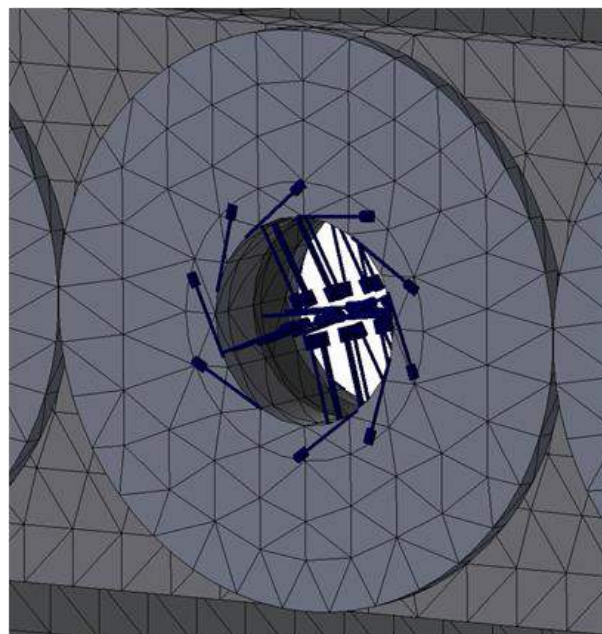


Рис. 1. Варианты соединителей в численном расчете: а – объёмное конечно-элементное моделирование; б – виртуальный соединитель

Виртуальный соединитель имитирует геометрические и прочностные характеристики болта, а также его предварительное натяжение по осевому усилию или моменту закручивания. Таким образом, моделирование болтовых соединений осуществляется в полуавтоматическом режиме. Предусмотренные программой алгоритмы для решения такой задачи позволяют значительно снизить объем необходимых исходных данных, а это положительно сказывается на точности получаемых результатов.

Тип контактного условия деталей задаётся параметром «нет проникновения» с учетом коэффициента трения, полученным из экспериментальных или справочных данных. Наиболее точное решение контактной задачи может быть получено с использованием условия «поверхность к поверхности». Также следует использовать параметр «большие перемещения»,

посредством которого учитывается изменение геометрии поверхностей при нагружении модели и соответственно направления реакций сил трения.

Тем не менее, даже в таких облегченных условиях, для получения удовлетворительного результата на некоторых этапах необходимо уточнение численного расчета при помощи физического эксперимента. Авторами были проведены экспериментальные и численные исследования трения в соединениях тонкостенных элементов (Рис. 2). В результате полученных данных были сформулированы основные положения, касающиеся работы рассматриваемых соединений и даны рекомендации по корректному определению их несущей способности, которые хорошо согласуются с результатами физического эксперимента.

Установлено, что в многоболтовом соединении пластин, значительно отличающихся по толщине,

эффективность увеличения количества болтов вдоль действия сдвигающей нагрузки значительно меньше, чем это принято считать в классическом представлении. Это обусловлено тем, что при увеличении количества болтов несущая способность соединения в целом ограничена сдвигоустойчивостью первых, наиболее нагруженных болтоконтактов.

Использованный программный продукт скорее ориентирован для конструктора, но не для инженера-

прочниста, который, вероятно, при решении такой задачи отдал бы предпочтение программам типа Ansys, однако преследуя при этом несколько иные цели. Численное моделирование в данном случае служит как инструмент, позволяющий расширять границы экспериментально исследуемой задачи и прогнозировать поведение той или иной модели при планировании физического эксперимента.

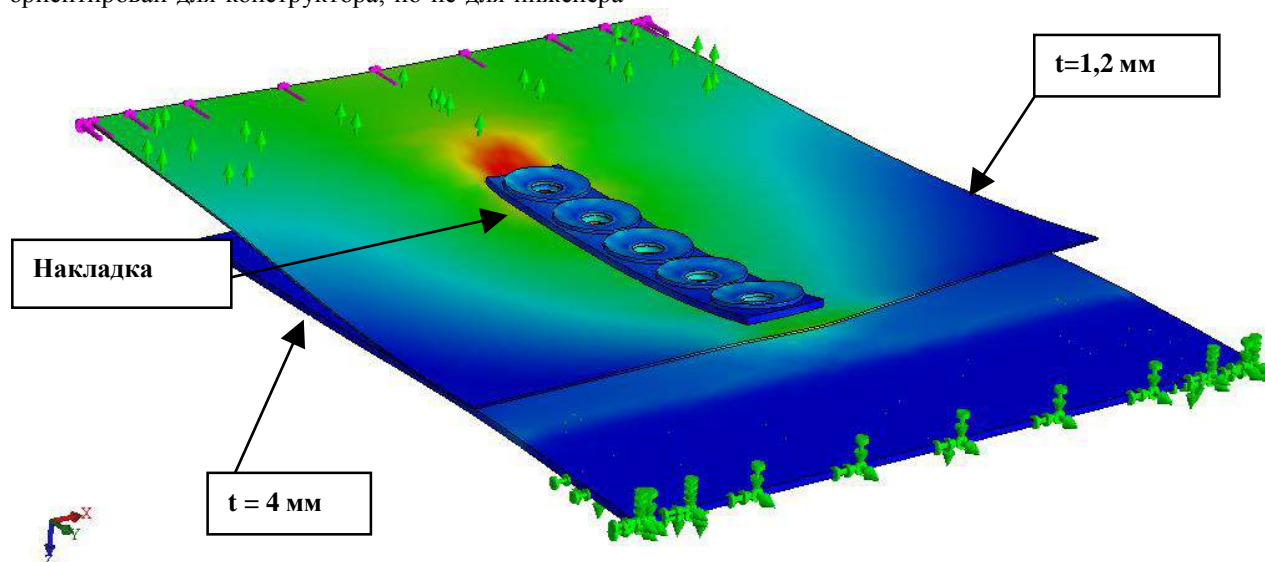


Рис.. Пример напряженного состояния многоболтового фрикционного соединения пластин толщиной 1,2 и 4 мм с применением дополнительной накладки.

Стремление овладеть самыми мощными программными средствами, зачастую, неоправданно для инженера-конструктора, поскольку получение каких-либо достоверных количественных характеристик возможно при проведении наряду с численными, физических исследований и взаимном уточнении исходных и выходных данных.

#### Список литературы:

1. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции (Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*) [Текст] – М., 2011.
2. Енджиевский Л.В., Тарасов А.В. Экспериментальные и численные исследования болтовых соединений стальных пластин при разных соотношениях их толщин [Текст]/ Енджиевский Л.В., Тарасов А.В. // Изв. вузов. Строительство, №7 – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2011.



*Федотов В.А.<sup>1</sup>, Курносова А.Г.<sup>2</sup>, Утеуленова Ж.С.<sup>3</sup>*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУКИ ИЗ СЕМЯН СОРГО В ХЛЕБОПЕКАРНОЙ ОТРАСЛИ

<sup>1</sup>канд. техн. наук, ст. преподаватель кафедры технологии пищевых производств, г. Оренбург  
<sup>2</sup>студент кафедры технологии пищевых производств, г. Оренбург  
<sup>3</sup>студент кафедры технологии пищевых производств, г. Оренбург

### THE EXPLOITATION OF SORGO AT THE BAKING INDUSTRY

*Fedotov. V. A.*

*Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer  
department of technology of food production, Orenburg*

*Kurnosova A. G.*

*student of the Faculty of Applied  
biotechnology and engineering, Orenburg*

*Uteulnova J. S.*

*student of the Faculty of Applied  
biotechnology and engineering, Orenburg*

### АННОТАЦИЯ

*В статье рассматриваются вопросы целесообразности использования муки из сорго при производстве хлебобулочных изделий. Определены оптимальные дозы внесения сорго в пшеничную муку, составлены уравнения зависимостей качества хлебопекарной продукции от количества добавки сорго.*

### ABSTRACT

*The article examines the using sorgo flour at bakery products. It contain information about the optimal dose sorgo flour, equations of dependence at the baking quality products by dose sorgo.*

*Ключевые слова: Сорго, мука, хлебопекарная отрасль.*

*Keyword: Sorgo, flour, baking industry.*

Сорго - древняя и довольно известная во многих странах культура. Родиной его считают Экваториальную Африку. По химическому составу сорго стоит довольно близко к кукурузе. В зерне его содержится от 7 до 25,9 % протеина, 64,2 % углеводов, 2,3 % золь, 2,8 % жира и 33 % клетчатки, наибольшее количество сахара бывает в фазе молочно-восковой спелости. Сахарное сорго образует преимущественно тростниковый сахар, сконцентрированный во внутренних частях стебля, и относительно немного гемицеллюлозы.

Полноценное рационально организованное питание является залогом здоровья населения. Государственная политика в области здорового питания предусматривает осуществление комплекса мероприятий, обеспечивающих удовлетворение потребности различных групп населения в рациональном здоровом питании с учетом традиций, экологического положения и в соответствии с требованиями медицинской науки. Одним из наиболее эффективных, физиологически обоснованных и экономически доступных способов массового улучшения обеспеченности детского и взрослого населения необходимыми питательными веществами является регулярное включение в рацион продуктов, обогащенных ими, в дозах и соотношениях, соответствующих суточным физиологическим потребностям человека. К числу таких продуктов должны принадлежать и мучные изделия [1].

Для расширения ассортимента хлеба функционального назначения применяется сорговая

мука. При внесении сорговой муки увеличивается водоудерживающая способность муки. Так как сорговая мука не содержит клейковины, для получения хлеба хорошего качества необходимо в пшеничную муку добавлять часть сорговой муки. Внесение сорговой муки в рецептуру хлеба способствует ускорению процесса брожения, увеличению объемного выхода хлеба, увеличению кислотности, повышению эластичности мякиша и увеличения длительности хранения готовых изделий [2].

Сорго – это высокоурожайная, засухоустойчивое растение, представляющее большой народнохозяйственный интерес. Зерно сорго содержит витамины группы В: 0,277 мг/100 г тиамина, 0,053 мг/100 г рибофлавина; 5,187 мг/100 г никотиновой кислоты; 0,930 мг/100 г пантотеновой кислоты; 0,345 мг/100 г пиридоксина; макроэлементы: 311 мг/100 г калия; 288 мг/100 г фосфора; 12 мг/100 г кальция; 120 мг/100 г магния; 3 мг/100 г железа; микроэлементы: 12,2 мкг/100 г селена, 1,44 мг/100 г цинка, 1,26 мг/100 г марганца, а также 12,5 % белка, 72 % крахмала, 4 % жира, 6,6 % пищевых волокон и клетчатки [3].

Сорго содержит тиамин (В1). Тиамин оптимизирует познавательную активность и функции мозга. Он оказывает положительное действие на уровень энергии, рост, нормальный аппетит, способность к обучению и необходим для тонуса мышц пищеварительного тракта, желудка и сердца.[3].

Мучные изделия являются удобным объектом для обогащения их белками с высокой биологической ценностью и рядом необходимых питательных

веществ, в частности микронутриентами (витаминами и микроэлементами), дефицит которых в питании населения остается серьезной проблемой в нашей стране. Поэтому исследование пищевой ценности данного вида продуктов является важной задачей.

Пищевая ценность хлеба тем выше, чем полнее он удовлетворяет потребности организма в пищевых веществах, и чем точнее химический состав отвечает формуле сбалансированного питания. В ряде случаев таким заменителем может стать сорговая мука. Всё шире используют сорго в пищевой промышленности: из него готовят крупу, муку, крахмал.

В нашей работе мы изучали влияние добавки муки из сорго при формировании тестовых заготовок на белково-протеиназный и углеводно-амилазный комплексы.

Из муки, полученной из сорго, клейковина не отмывается. Однако, она оказывает влияние на степень отмывания клейковины из ее смеси с пшеничной мукой. Добавление в пшеничную муку сорго снижает содержание сырой клейковины на 1,7 %, при этом увеличивая силу муки за счет уменьшения растяжимости клейковины на 1,1 % (таблица 1).

Таблица 1

**Влияние добавки из семян сорго на белково-протеиназный комплекс при формировании теста**

Показатели / Добавка из семян сорго, %	Количество сырой клейковины, %	Качество сырой клейковины, ед. ИДК
0 (контроль)	33	85
3	31,3	84
5	30,7	83
10	29,3	82
15	28,2	80
20	26,4	79
25	24,8	74
30	23,1	70
35	21,5	65
40	19,9	59

Изменения в углеводно-амилазном комплексе оценивали по показателям газообразующей и сахарообразующей способности смеси пшеничной муки и муки сорго (таблица 2).

Газообразующую способность муки (ГОСМ) определяли по количеству углекислого газа, выделившегося за определенный период времени брожения теста, замешенного при стандартизированном соотношении муки, воды и дрожжей. Принято считать ГОСМ - количеством миллилитров углекислого газа, выделившегося за 5 ч брожения теста при температуре 30 °С из 100 г муки влажностью 14 %, 60 мл воды и 10 г прессованных дрожжей. Мука высшего и I сорта выделяет 1300-1600 см<sup>3</sup> газа [5].

Сахарообразующая способность муки (СОСМ). Под этой способностью понимают свойство приготовленной из муки водно-мучной смеси образовывать при установленной температуре и за определенный период времени то или иное количество мальтозы.

Показателем сахарообразующей способности муки, определяемой по методу Рамзей-ВНИИЗ, считают количество миллиграммов мальтозы, выделившейся в водно-мучной суспензии, приготовленной из 10 г муки и 50 мл воды после 1 ч настаивания при температуре 27 °С. Количество образовавшегося сахара в пересчете на мальтозу выражают в миллилитрах (единицах). Сахарообразующая способность муки нормального качества I и II сорта равна 275-300 единицам [5].

Таблица 2

**Влияние добавки из семян сорго на углеводно-амилазный комплекс при формировании теста**

Показатели Добавка из семян сорго, %	Газообразующая способность смеси муки, мл	Сахарообразующая способность муки, мг мальтозы
0 (контроль)	1000	328
3	1021	326
5	1115	325
10	1180	324
15	1210	322
20	1232	320
25	1272	315
30	1296	310
35	1305	306
40	1340	300

По данным таблицы 2 можно заметить повышение газообразующей способности смеси муки при внесении муки сорго в большем количестве, что

связано с значительным содержанием в сорго крахмала и простых сахаров. К тому же амилитическая активность пшеничной муки гораздо выше муки из



сорго. С увеличением доли муки из сорго в тесте его сахарообразующая способность плавно снижалась, поскольку, как известно, активность амилалитических ферментов зерна сорго гораздо ниже, чем зерна пшеницы.

Применение нетрадиционного растительного сырья позволяет не только повышать качество,

пищевую ценность и расширять ассортимент пищевых продуктов, но и рационально использовать местные ресурсы.

Оценку хлебопекарных качеств добавки сорго проводили на основе результатов пробной лабораторной выпечки (таблица 3).

Таблица 3  
Влияние добавки из семян сорго на хлебопекарные свойства хлеба

Показатели Добавка семян из сорго, %	Влаж-сть, %	Кислотность, гр. Т	Порис-сть, %	Объемный выход, %	Отнош-ие высоты к диаметру
0 (контроль)	41,6	3,0	74,6	1200	0,44
3	41,6	3,1	74,5	1220	0,43
5	41,5	3,2	74,3	1220	0,41
10	41,3	3,2	74,9	1255	0,48
15	41,4	3,3	74,4	1240	0,46
20	41,3	3,0	73,9	1235	0,45
25	41,3	3,0	74,7	1230	0,44
30	41,4	3,2	74,5	1235	0,45
35	41,8	3,1	74,8	1225	0,42
40	42,0	3,3	74,9	1220	0,41

По данным физико-химическим показателям качества хлеба влажность и пористость во всех образцах были примерно равны, а кислотность, объемный выход и отношение высоты к диаметру немного выше у образцов хлеба с добавлением сорговой муки на 10 % и 15 %, по сравнению с контрольным вариантом.

Поверхность хлеба - шероховатая с выпуклой верхней корочкой, форма соответствует хлебной. Цвет лабораторной выпечки светло-коричневый. Мякиш -

пропечен, мягкий и не заминающийся, комочки и следы непромеса отсутствуют. Пористость – средняя, развитая, без пустот, равномерная, тонкостенная. Вкус и запах без отклонений от нормы, цвет светло-желтый.

Судя по результатам экспериментальных данных, при добавлении сорго газообразующая способность муки увеличивается, но сахарообразующая способность уменьшается (таблица 4). Графики имеют выраженные линейные характеристики (рисунок 1).

Таблица 4

Связь технологических качеств муки с содержанием в ней добавки сорго X, %

Показатель	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции	Коэффициент детерминации	Критерий Фишера	
				табл	расч
Газообразующая способность муки G, мл	$G = 8,02 \cdot \bar{O} + 1050,4$	0,9	0,81	3,2	60,1
Сахаробразующая способность муки S, мг мальтозы	$S = -0,66 \cdot \bar{O} + 329,1$	0,91	0,83	3,2	85,2
Объемный выход B, %	$B = -0,06 \cdot X^2 + 2,7 \cdot \bar{O} + 1206,37$	0,94	0,89	3,2	18,5
Отношение высоты к диаметру H/D	$H / D = -0,03 \cdot X^2 + 0,13 \cdot \bar{O} + 0,44$	0,87	0,76	3,2	10,9

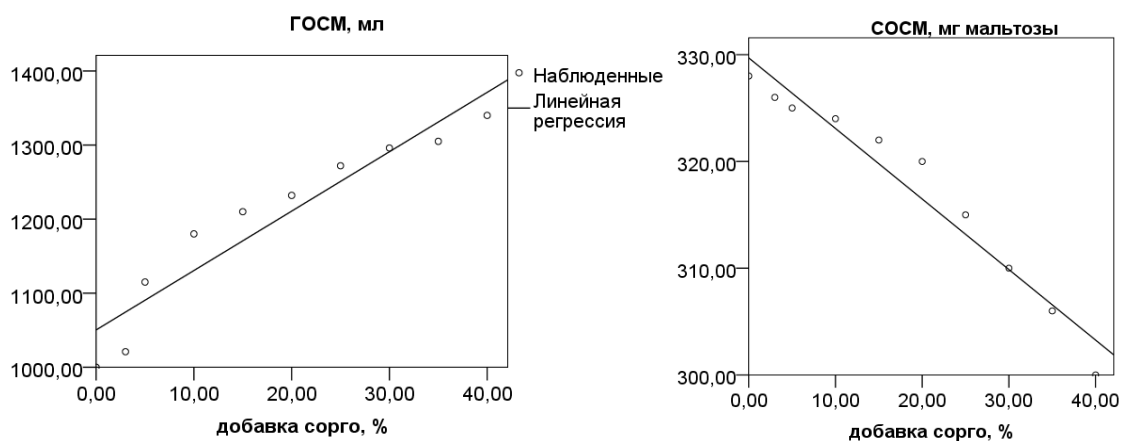


Рисунок 1. Графики кривых зависимостей технологических показателей тестоприготовления от добавления различного количества сорго

Зависимость технологических показателей качества пробной лабораторной выпечки (объемный выход, формоустойчивость – отношение высоты выпечки к ее диаметру) от добавления сорго носит явно нелинейный характер (рисунок 2). Судя по

результатам экспериментальных данных, оптимальная смесительная ценность муки из семян сорго, существенно не снижающая потребительские качества готовых изделий (влажность, кислотность, пористость), составляет 10 – 15 %.

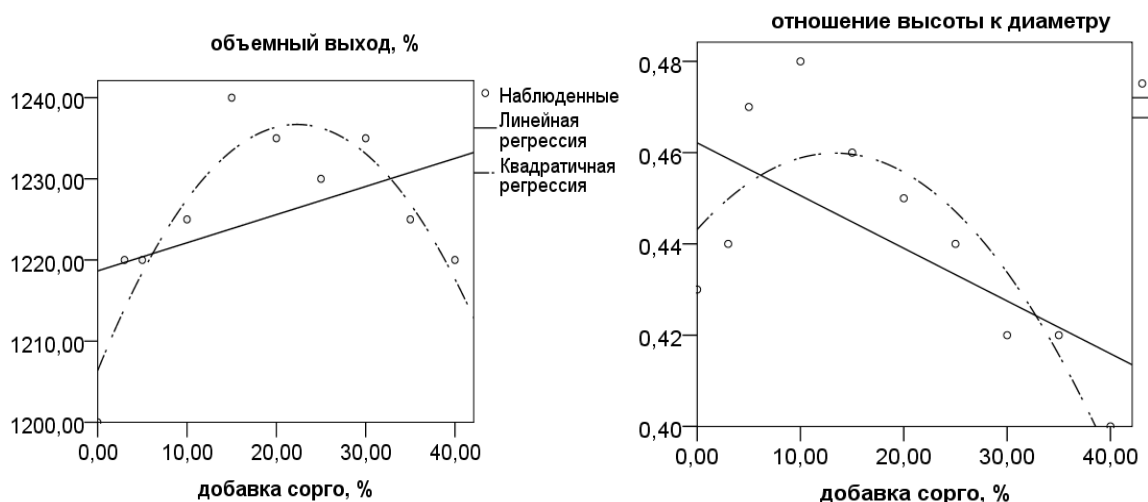


Рисунок 2 – Графики кривых зависимостей технологических показателей качества пробной лабораторной выпечки от добавления различного количества сорго

Результаты экспериментов позволяют судить о целесообразности внесения добавки из семян сорго в пшеничное тесто в количестве до 15 %, поскольку это оказывает положительное влияние на технологические свойства теста и качество готовых изделий.

#### Список литературы:

1. Мещеряков, А. Г. Особенности роста, развития и формирования продуктивности сорго сахарного в чистых и смешанных посевах [Электронный ресурс] / А. Г. Мещеряков, В. Д. Баширов, Р. Р. Жданов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2013. - № 4 (42), ч. 2. - С. 233-237.

2. Сидоров Ю. Н., Докина Н. Н. Технология выращивания зернового сорго в зоне сухих степей Оренбургской области. М., 2014.

3. Шепель Н. А. Сорго – интенсивная культура. - Симферополь: Таврия, 1989. – 191 с.

4. Щербаков В. Я. Зерновое сорго.- Киев, Одесса: Высшая школа. Головное издательство, 1983. - 192 с.

5. Шорин П.М., Малиновский Б.Н., Мирошниченко В.Ф Сорго - ценная кормовая культура. М., 1973.

*Черторинский В.В.***СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПЕКТРАЛЬНОГО ВЫИГРЫША СТАНДАРТОВ CDMA И LTE В ПОЛОСЕ ЧАСТОТ 450 МГц***бакалавр Дальневосточного федерального университета, Владивосток***COMPARATIVE ANALYSIS OF THE SPECTRAL BENEFIT OF CDMA AND LTE IN THE BAND OF 450 MHz***Chertorinskiy Vitaliy**Bachelor, Far East Federal University, Vladivostok***АННОТАЦИЯ**

*Спектральный выигрыш - один из важных параметров современных стандартов связи, влияющий на перспективность их применения, как с точки зрения потребителя, так и экономической окупаемости. Вопрос перехода от стандарта CDMA-450 к LTE-450 относится к этой категории, где есть потребность перехода к более перспективной технологии в рамках существующих ограничений. Именно появление более совершенных технологий модуляции сигналов поставило под сомнение правильность выбранного пути в развитии стандарта CDMA-450 и возможного перехода на LTE-450. [1].*

**ABSTRACT**

*Spectral benefit - one of the important parameters of modern communication standards, affecting the prospects of their use, both in terms of the consumer and the economic payback. The question of the transition from CDMA-450 standard for LTE-450 falls into this category, where there is a need to move to more promising technologies within the existing constraints. It is the appearance of more advanced technologies modulation signals called into question the correctness of the chosen path in the development of CDMA-450 and possible transition to LTE-450. [1].*

*Ключевые слова: спектральная эффективность, стандарт CDMA-450, стандарт LTE-450, зона покрытия*

*Key words: spectral efficiency, standard CDMA-450, standard LTE-450, coverage*

Спектральная эффективность системы мобильной связи представляет собой показатель, вычисляемый как отношение скорости (в бит/с) передаваемых данных на 1 Гц используемой полосы частот (бит/с/Гц). Эта величина характеризует скорость передачи информации в заданной полосе частот. Спектральная эффективность оказывает огромное влияние на эффективность использования частотного ресурса, выделенного сети и качество услуг (QoS).

Разворачивание технологии LTE-450 в ранее выделенных частотных диапазонах CDMA-450, позволит повысить спектральную эффективность в указанном диапазоне - 450 МГц и решит ряд задач:

- более рациональное, эффективное переиспользование ограниченного радиоресурса в диапазоне 450 МГц,
- снизятся расходы за использование выделенного диапазона частот,
- уменьшатся затраты на модернизацию существующих базовых станций и на приобретение, установку, электропитание и обслуживание БС,
- увеличится емкость сети посредством расширения соты, что в свою очередь повысит пропускную способность всей системы в целом и напрямую повлияет на качество обслуживания конечных пользователей, особенно в условиях сельской местности.

Однако с ростом спектральной эффективности систем мобильной связи повышается общая стоимость ее компонентов и увеличивается вероятность возникновения ошибок при передаче данных.

Оптимальное соотношение между указанными параметрами является одним из наиболее актуальных вопросов для операторов сотовой связи и производителей оборудования.

Для целей этой статьи будет использоваться определение спектральной эффективности канала связи в системе (бит/с/Гц). Там, где будет возможно, будут приводиться и данные по спектральной эффективности системы в целом.

**Этапы формирования CDMA и LTE в диапазоне 450 МГц**

Учитывая потребности обеспечения более высокой пропускной способности при условии переиспользования узкого участка диапазона в полосе 450 МГц и при этом сохранения или увеличения зоны покрытия, организованной технологией CDMA-450, стандарт LTE-450 позволит разрешить данную проблематику. Хотя изначально стандарт LTE разрабатывался для организации передачи данных на полосах свыше 5 МГц и дальнейшей агрегации частот вплоть до 100 МГц, но в нашем случае будем рассматривать диапазон, выделенный довольно в узком частотном диапазоне 450 МГц. В то же время для обеспечения большей гибкости при разработке стандарта LTE (Release 8 E-UTRAN) предусматривается как использование ширины полосы частот в 5 МГц, так и меньше чем 5 МГц. Стандарт CDMA-450 не получил массового распространения и в нем обслуживается менее 1% мобильных абонентов страны. Скорости мобильной передачи данных в сетях CDMA-450 (до 3,1 Мбит/с) на сегодня

неконкурентоспособны в сравнении с сетями 3G (до 42 Мбит/с) и 4G (до 100 и в перспективе более 300 Мбит/с) [2].

Работа консорциума 3GPP над LTE началась в ноябре 2004 года в формате открытого обсуждения, доступного для любых заинтересованных организаций (в том числе и не членом 3GPP). С декабря 2004 проходило изучение соответствия LTE базовым требованиям, сформулированным в 3GPP TR 25.913.

В ноябре 2005 года были выбраны основные технологии радиодоступа для использования в стандарте LTE. Ими стали **OFDMA** на нисходящем и **SC-FDMA** на восходящем канале. В июле 2006 года был завершен этап изучения и начались работы по созданию стандарта. В сентябре 2009 были представлены спецификации LTE 10 версии, с этого времени технология стала называться LTE-Advanced. Новое название технологии произошло от термина "IMT-Advanced", который ввёл Международный союз электросвязи для того, чтобы отличать новое поколение мобильных систем, технические возможности которых выходят за рамки IMT-2000. Требования к IMT-Advanced (*International Mobile Telecommunications-Advanced*) предъявляются следующие:

- Глобальная функциональность и роуминг;
  - Высокая энергоэффективность;
  - Взаимодействие с другими радиосистемами доступа;
  - Улучшенные пиковые скорости передачи данных;
  - Высокий уровень безопасности системы;
- Сети LTE, созданные на основе оборудования Релиза 8, позволяли достичь скорости передачи данных 35 Мбит/с для стационарных абонентов при ширине полосы частот 5 МГц для каждого канала

**Таблица 1. Анализ спектральной эффективности LTE технологии.**

Версия стандарта LTE	Ширина полосы частот, МГц	Спектральная эффективность (бит/с/Гц)	
		DL	UL
LTE (Релиз 8)	20	5	2,5
LTE (Релиз 10)	20	7,5	5
LTE (Релиз 11)	100	30	15

В рамках нашего аналитического подхода проведем сравнительный анализ спектральной эффективности по наиболее приближенному набору параметров для сравниваемых стандартов (диапазон, ширина полосы частот, разнос сот и т.д.).

Такой подход обуславливается тем, что при изменении (увеличении) ширины полосы частот изменяется и предельные теоретические показатели Шенона по скорости передачи информации по линиям связи<sup>1</sup>. Например, при ширине полосы частот в 10 МГц

$$C = B \log_2 \left( 1 + \frac{S}{N} \right)$$

где  $C$  емкость канала бит/с/Гц; а  $B$  ширина полосы частот в Гц

связи. Таким образом, спектральная эффективность сетей LTE, работающих на базе оборудования Релиза 8 составляла 7,0 (бит/с/Гц).

**Системы LTE на основе Релиза 10.** В апреле 2008 года было окончательно ясно, что необходимы улучшения, как в части эксплуатационных характеристик, так и по расширению возможностей технологии, и вышеуказанный консорциум начал работу над следующим релизом – 10-м (LTE-Advanced).

Основными требованиями к LTE-Advanced являются требования к пропускной способности (до 1 Гбит/с) и спектральной эффективности (до 30 бит/с/Гц) на радиоканале между базовой станцией и мобильной станцией. Для того, чтобы встретить эти требования, начиная с LTE Release 10, в стандарт добавляется ряд расширений, основные из которых и рассматриваются в данной статье.

Название LTE-Advanced указано в спецификации Release 10 (3GPP Релиз 10). Это наименование было присвоено Международным союзом электросвязи сертификатом IMT-Advanced, после чего стандарт официально получил статус 4G.

**Системы LTE на основе Релиза 11.** Начиная с Release 11 определены комбинации пар несущих и для восходящего канала. Каждая несущая представляет собой сектор (cell). При этом, область покрытия разных несущих может значительно отличаться из-за разницы используемых частот (особенно в случае non-contiguous объединения).

На основании данных Табл.1 можно сделать вывод, что технология LTE претерпевает значительные изменения по увеличению эффективности использования частотного ресурса и увеличивает емкость системы почти в 6 раз [3].

теоретический предел передачи информации выше, чем в канале 5 МГц.

В настоящей работе интересным представляется сравнительный анализ спектральной эффективности эволюции ниже приведенных технологий.

- LTE (3GPP/ETSI);
- CDMA-EV-DO (3GPP2);

**Стандарты семейства CDMA-EV-DO (3GPP2).** CDMA-EV-DO Релиз 0 позволяет получать информацию по прямому каналу со скоростью 2,4

Мбит/с, а по обратному 153 Кбит/с. При этом спектральная эффективность линии связи составит 1,9 и 0,12 бит/с/Гц для прямого и обратного каналов соответственно.

**CDMA-EV-DO Версия А (Revision A)** позволит операторам предоставлять усовершенствованные мультимедиа услуги (включающие передачу голоса, данных и вещание) посредством IP сетей. Ширина полосы частот в Revision A составляет 1.25 МГц, как и в сетях, работающих на основе стандарта CDMA2000, скорость передачи информации по прямому и обратному канал составляет соответственно 3,1 и 1,8 Мбит/с. При этом спектральная эффективность линии связи составит 2,48 и 1,44 бит/с/Гц для прямого и обратного каналов соответственно.

**CDMA-EV-DO Версия Б (Revision B)** является эволюционным продолжением предыдущей версии.

Новшество Revision B состоит в способности системы агрегировать сразу несколько каналов используемых в Revision A. Так в 20 МГц полосе можно использовать до 15 каналов по 1,25 МГц каждый. Это позволяет увеличить пропускную способность прямого и обратного каналов сети CDMA-EV-DO до 46,5 и 27 Мбит/с соответственно. При использовании модуляции 64 QAM пропускная способность прямых каналов в 1,25, 5 и 20 МГц составит соответственно 4,9, 14,7 и 73,5 Мбит/с.

**CDMA-EV-DO Версия С (Revision C)** находится в стадии перспективной разработки. Задачи, поставленные перед разработчиками Версии С, состоят в увеличении пропускной способности каналов с 73,5 Мбит/с до 200 Мбит/с [4].

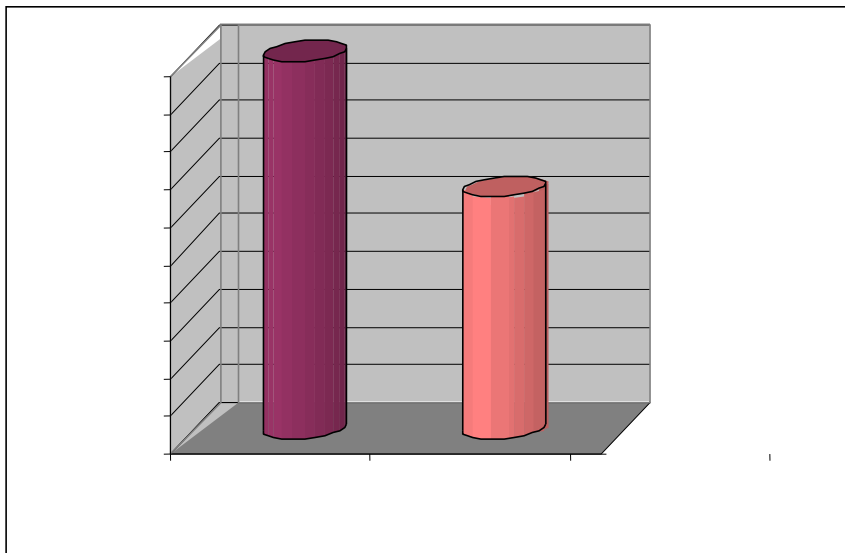
В таблице 2 приведены сводные данные по спектральной эффективности системы CDMA-EV-DO.

**Таблица 2. Анализ спектральной эффективности CDMA**

Стандарт	Ширина полосы частот, МГц	Спектральная эффективность (бит/с/Гц)	
		DL	UL
CDMA-EV-DO Релиз 0	1,25	1,9	0,12
CDMA-EV-DO Rev A	1,25	2,48	1,44
CDMA-EV-DO Rev B	1,25	3,92	
	5	2,94	
	20	2,3-3,67	1,35

На рис. 1 приведено сравнение спектральной эффективности двух различных систем мобильной связи и систем беспроводного широкополосного

доступа с шириной полосы используемых каналов связи 5 МГц.



*Рис. 1 Сравнительный анализ систем с шириной полосы канала 5 МГц.*

При определении пути технического усовершенствования сети необходимо отметить, что физический уровень в 1xEV-DO, 2xEVDO уже достаточно оптимизирован. Показатели физического уровня уже близки к предельным теоретическим показателям Шеннона по скорости передачи информации по линиям связи (теоретический возможный показатель передачи информации по линии связи (ширине полосы частот)). Проведенный

выше анализ показывает, что сравнение беспроводных систем связи лучше осуществлять на базе параметров работы систем, т.е. определение пути технического усовершенствования сети должно быть сконцентрировано на улучшении доступности, качества услуг, ценообразования, роуминга и непосредственно терминального оборудования.

**Заключение**

Проведенный выше анализ показывает, при переходе со стандарта CDMA-450 Rev.B к LTE Revision 8 увеличивается спектральная эффективность почти в два раза. А учитывая, что вся сервисная модель всех операторов уже заточена под LTE технологию, то переход от CDMA-450 к LTE-450 бесспорно повысит лояльность абонентов. Единственным ограничением на данном этапе является отсутствие официального опубликования «Решения о технологической нейтральности в полосе радиочастот 450 МГц». Но компания ОАО «Ростелеком» уже провела тестирование данной технологии, что ускорит появление технологической нейтральности для полосы 450 МГц.

**Список литературы:**

1. Тихвинский В. О., Терентьев С. В. Управление и качество услуг в сетях GPRS/UMTS. — М.: Эко-Трендз, 2007. — 400 с. с ил.
2. 3GPP TR 25.814 Physical layer aspects for evolved Universal Terrestrial Radio Access (UTRA), Release 7, V7.1.0, 2006
3. 3GPP TR 25.813 Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Radio interface protocol aspects, Release 7, V7.1.0, 2006.
4. Lawrence Harte, Introduction to EVDO: Physical Channels, Logical Channels, Network, and Operation. Athlos, July 2004, ISBN: 193281308X

*Чесноков Александр Михайлович*

## ОБЛАСТИ ЗНАЧЕНИЙ И ОБЛАСТИ ОБРАЗОВ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ КОЛОНОК

*канд. техн. наук, старший научный сотрудник Института проблем управления им В. А. Трапезникова РАН, г. Москва*

### RANGES OF VALUES AND PATTERN REGIONS IN COLUMNS-BASED INTELLIGENT SYSTEM

*Alexander Chesnokov*

*Candidate of Science, Senior Researcher of Institute of Control Science of RAS, Moscow*

#### АННОТАЦИЯ

*Рассматривается работа интеллектуальных систем на основе колонок в реальной обстановке при наличии всевозможных помех, искажений и т.п. Показано, что в этих условиях система должна использовать области образов. Приводится решение прямой и обратной задачи для областей образов в виде прямого произведения областей значений.*

#### ABSTRACT

*Column-based intelligent systems are discussed that work in real world environment, which is featured by noises, distortions, etc. It is shown that such environmental constrains make it necessary to use the pattern regions. For the pattern regions in the form of cartesian product of ranges of values, both the direct and inverse problems are solved.*

*Ключевые слова: искусственный интеллект; интеллектуальные системы на основе колонок; колонка; область образов.*

*Keywords: artificial intelligence; columns-based intelligent systems; column; pattern region.*

### 1. Введение

Интеллектуальные системы на основе колонок представляют собой системы, рассматриваемые в рамках следующей модели [1, 4].

Имеется пусть и очень большое, но *конечное* множество имен  $U$ , предназначенных для наименования объектов произвольной природы. Не ограничивая общности, считается, что множество имен  $U$  является подмножеством множества целых чисел. В множестве имен  $U$  выделяются непересекающиеся подмножества, получившие название *областей имен*. Причины, которые в реальных предметных областях приводят к выделению областей имен, могут быть совершенно различными.

Любое конечное множество имен, принадлежащих тем или иным областям имен, называется *образом*.

Образы любого множества образов  $P$  можно перенумеровать, используя для этого имена некоторой области имен  $U'$ :

$$P = \{p_i \mid i \in U'\},$$

где  $|U'| = |P|$ ,  $|\cdot|$  – мощность множества.

Упорядоченная пара  $(i, p_i)$  получила название *колонки*. Колонка обозначается как  $(i \mid p_i)$ , где  $i$  – имя колонки,  $p_i$  – образ, содержащийся в колонке. Также используется обозначение  $i \rightarrow p_i$ . В этом случае говорится, что имя колонки  $i$  является *ссылкой* или *указателем* на содержащийся в колонке образ  $p_i$ . В свою очередь, про сам образ в колонке  $p_i$  часто будет говориться, что это образ, известный под именем  $i$ . Отображение  $\varphi: i \rightarrow p_i$  называется *отображением наименования*.

Имя  $i$ , которое еще не использовалось для наименования образов, называется *чистым*, или *пустым* именем. Его можно представить как колонку,

имеющую пустой образ, т.е. колонку вида  $(i | \emptyset)$  или  $i \rightarrow \emptyset$ .

В образы колонок могут входить имена других колонок, а также чистые имена. Таким образом, можно считать, что в образе одной колонки содержатся имена других колонок, каждое из которых служит указателем на соответствующий образ, возможно, пустой. В результате образуется сложная структура колонок.

*Индексом* называется любое конечное множество колонок. Состав любого индекса может меняться за счет добавления или удаления колонок. Эти операции называются сложением и вычитанием индексов и обозначаются через  $+$  и  $-$ .

Интеллектуальная система на основе колонок представляет собой один или несколько индексов и работающий с ними механизм (машина колонок), который, получая информацию о внешнем мире в виде образов, формирует новые колонки, изменяет уже существующие, удаляет ненужные и выполняет другие необходимые операции.

Знания в рассматриваемых системах представлены с помощью колонок, а в основе процесса накопления знаний лежит запоминание новых образов под определенными именами. При этом *элементарными базовыми задачами*, без которых невозможно функционирование системы, очевидно, являются *прямая задача* – по образу получить его имя, и *обратная задача* – по имени получить соответствующий образ.

Базовые задачи служат той основой, на которой строится решение других задач. В [1–3] рассматривались методы решения базовых задач, в том числе при неполной информации, что характерно для работы в условиях реального мира. Однако реальные условия не ограничиваются неполнотой информации. Другой важнейшей особенностью является наличие всевозможных помех. Это приводит к тому, что «исходному» образу реального мира соответствует целая область образов, с которой должна работать система. Любой образ области интерпретируется как «экземпляр», «частный случай» или «возможная реализация» имени области, т.е. имя области играет роль локального обобщения или локальной классификации.

Предложенный в [4] метод решения базовых задач для областей образов вида  $\Delta(p) = \{p' \in P \mid \rho(p, p') \leq r_p\}$ , где  $\rho$  – некоторая метрика, имеет ряд ограничений. Во-первых, как было показано в [5], этот метод может работать только с метрикой Хэмминга. Во-вторых, при решении прямой задачи с его помощью можно найти имена не всех областей образов, а лишь тех, для которых  $r_p \leq \Delta m$ , где  $\Delta m$  – целочисленный параметр, используемый для формировании множества имен-кандидатов [5]. Кроме того, такое использование метрики при задании областей образов, как правило, возможна только на тех уровнях системы, которые непосредственно связаны с получением количественной информации, например, для образов, содержащих параметры движения объекта. На более

высоких уровнях системы образы содержат чрезвычайно разнородную информацию как количественную, так и качественную. И здесь задание областей образов в виде  $\Delta(p) = \{p' \in P \mid \rho(p, p') \leq r_p\}$  или теряет смысл, или вообще становится невозможным.

В связи с этим предлагается новая постановка, в которой области образов задаются в виде прямого произведения  $\Delta = \delta_1 \times \dots \times \delta_m$ , где  $\delta_k$  – область значений  $k$ -й координаты. Область значений  $\delta_k$  представляет собой произвольное множество имен  $\delta_k \subset U_k$ , где  $U_k$  – область имен  $k$ -й координаты. Она может как задаваться с помощью метрики, так и формироваться из имен  $U_k$ , исходя из текущих оценок, задач и целей. Это предоставляет системе гораздо больше возможностей выбора способов формирования областей образов и позволяет использовать метрику только там, где это действительно необходимо.

Данная работа посвящена решению прямой и обратной задач для областей образов, заданных в виде прямого произведения областей значений. В следующем разделе приводится метод решения базовых задач для произвольных областей значений  $\delta_k$ . Затем полученные результаты используются при построении метода пересечений, который обеспечивает решение прямой и обратной задачи для областей образов вида  $\Delta = \delta_1 \times \dots \times \delta_m$ .

## 2. Решение базовых задач для областей значений

Под *областью значений*  $k$ -й координаты  $\delta_k$  понимается любое непустое множество имен  $\delta_k \subset U_k$ , где  $U_k$  – область имен  $k$ -й координаты. Области значений могут как задаваться с помощью метрики, так и формироваться системой из отдельных имен  $i \in U_k$ . В последнем случае области значений представляют собой произвольные множества  $\delta_k \subset U_k$ . Для любой координаты *одновременно* могут использоваться области значений *любоих типов* как с метрикой, так и без нее.

Отображение наименования для областей значений – это отображение  $\varphi_\delta : i_\delta \rightarrow \delta_k$ , где  $i_\delta \in U'_k$ ,  $U'_k$  – область имен для областей значений  $k$ -й координаты. Таким образом, для областей значений рассматриваются колонки вида  $(i_\delta | \delta_k)$ .

*Прямая и обратная задачи* для областей значений  $k$ -й координаты формулируются следующим образом. В прямой задаче для  $\forall i_k \in U_k$  необходимо найти множество имен всех областей значений  $\delta_k$  таких, что  $i_k \in \delta_k$ . При решении обратной задачи для  $\forall i \in U'_k$  необходимо

определить область значений  $\delta_k$ , известную под именем  $i$ .

Для решения этих задач система использует два индекса уровня  $L^2$  [1, 4] вида  $A_0 = \{A_{01}, \dots, A_{0n}\}$  и  $B_0 = \{B_{01}, \dots, B_{0n}\}$ , где  $A_{0k}$ ,  $B_{0k}$  – индексы для запоминания областей значений  $k$ -й координаты.

В исходном состоянии  $A_0 = \emptyset$  и  $B_0 = \emptyset$ .

При запоминании области значений  $k$ -й координаты  $\delta_k$  под именем  $i_\delta$  выполняются сложения:

$$A_{0k} + (\delta_k | \{i_\delta\}) = \{A_{0k} + (i | \{i_\delta\}) | i \in \delta_k\},$$

$$B_{0k} + (i_\delta | \delta_k),$$

т.е. к индексу  $A_{0k}$  добавляется  $|\delta_k|$  колонок  $(i | \{i_\delta\})$ , а к индексу  $B_{0k}$  – колонка  $(i_\delta | \delta_k)$ . При этом факторизация по имени [1, 4] для тех колонок индекса  $A_{0k}$ , имена которых принадлежат пересечениям различных областей значений, приводит к тому, что в образах таких колонок будет содержаться несколько имен областей значений.

Легко видеть, что для того чтобы решить прямую задачу и определить имена областей значений, которым принадлежит  $k$ -я координата  $i_k$  некоторого образа  $p = (i_1, \dots, i_m)$ ,  $m \leq n$ , достаточно взять образ  $a_{i_k}$  колонки  $(i_k | a_{i_k}) \in A_{0k}$ . Если образ  $a_{i_k} \neq \emptyset$ , то он состоит из имен всех областей значений, которым принадлежит имя  $i_k$ . Если же  $a_{i_k} = \emptyset$ , то это означает, что на данный момент не существует областей значений, которым принадлежит имя  $i_k$ . В этом случае система формирует новую область значений заданного типа  $\delta_k$  такую, что  $i_k \in \delta_k$ . Для нее выбирается любое чистое имя  $i_\delta \in U'_k \setminus U_{\delta_k}$ , где  $U_{\delta_k}$  – множество имен известных областей значений  $k$ -й координаты, а затем выполняются сложения  $A_{0k} + (\delta_k | \{i_\delta\})$  и  $B_{0k} + (i_\delta | \delta_k)$ . В результате образ  $a_{i_k} = \{i_\delta\}$ . Решением прямой задачи будет имя  $i_\delta$ . Если в дальнейшем опять появится некоторый образ  $p$ ,  $k$ -я координата которого равна  $i_k$ , то образ  $a_{i_k}$  колонки  $(i_k | a_{i_k}) \in A_{0k}$  будет содержать по крайней мере одно имя  $i_\delta$ .

Здесь следует подчеркнуть, что равенство  $a_{i_k} = \emptyset$  представляет собой лишь промежуточный

признак того, что необходимо сформировать и запомнить новую область значений. Решением прямой задачи для областей значений всегда является образ  $a_{i_k} \neq \emptyset$ .

### 3. Прямая и обратная задачи для областей образов

Рассматривается множество образов  $P$  в виде конечных последовательностей или векторов:

$$P = \bigcup_{k=1}^n P^k,$$

$$P^k = U_1 \times \dots \times U_k,$$

где  $U_k$  – область имен  $k$ -й координаты.

Любая область образов  $\Delta$  задается в виде произведения  $\Delta = \delta_1 \times \dots \times \delta_m$ , где  $\delta_k$  – область значений  $k$ -й координаты,  $\delta_k \subset U_k$ ,  $U_k$  – область имен  $k$ -й координаты. При этом для любой координаты одновременно могут использоваться области значений различных типов как с метрикой, так и без нее.

Прямая и обратная задачи для областей образов состоят в следующем. В прямой задаче для любого образа  $p \in P$  необходимо указать имена всех областей образов  $\Delta$  таких, что  $p \in \Delta$ . В обратной задаче для любого имени  $i \in U_\Delta$ , где  $U_\Delta$  – область имен для наименования областей образов, необходимо определить область образов  $\Delta$ , известную под этим именем.

Легко видеть, что в качестве имени для области образов  $\Delta = \delta_1 \times \dots \times \delta_m$  может использоваться имя образа  $p_\delta = (i_{\delta_1}, \dots, i_{\delta_m})$ , где  $i_{\delta_k}$  – имя области значений  $k$ -й координаты  $\delta_k$ . Действительно, между образами  $p_\delta = (i_{\delta_1}, \dots, i_{\delta_m})$  и областями образов  $\Delta = \delta_1 \times \dots \times \delta_m$  существует взаимно однозначное соответствие  $f_\Delta : p_\delta \rightarrow \Delta$ . Следовательно, отображение наименования для областей образов  $\varphi_\Delta$  можно задать в виде  $\varphi_\Delta = f_\Delta \circ \varphi$ , где  $\varphi : i_\delta \rightarrow p_\delta$  – отображение наименования образов  $p_\delta$ ,  $i_\delta \in U_\Delta$ ,  $U_\Delta$  – область имен для наименования образов  $p_\delta$  и соответствующих им областей образов  $\Delta$ .

Поэтому для того чтобы для образа  $p = (i_1, \dots, i_m)$  найти имя области образов  $\Delta = \delta_1 \times \dots \times \delta_m$ , для которой  $p \in \Delta$ , необходимо найти имя соответствующего ей образа  $p_\delta$ . Для этого для каждой координаты  $i_k$  образа  $p$  надо найти имена  $i_{\delta_k}$  всех областей значений  $\delta_k$  таких, что



$i_k \in \delta_k$ . Эта задача рассматривалась в предыдущем разделе. Затем формируется множество  $P_\delta(p)$ , состоящее из всех образов  $p_\delta = (i_{\delta_1}, \dots, i_{\delta_m})$ . Они соответствуют тем областям образов  $\Delta$ , для которых  $p \in \Delta$ . Множество  $S_0$ , состоящее из имен всех образов  $p_\delta \in P_\delta(p)$ , и представляет собой решение прямой задачи для образа  $p$ .

В результате базовые задачи в рассматриваемой постановке решаются в два этапа. Для их решения система использует индексы уровня  $L^2$  [1, 4]  $A_0 = \{A_{01}, \dots, A_{0n}\}$ ,  $B_0 = \{B_{01}, \dots, B_{0n}\}$ ,  $A = \{A_1, \dots, A_n\}$ , а также индекс  $B$  и заданную в виде множества упорядоченных пар  $(i_\delta, |p_\delta|)$  функцию  $m(i)$ , которая содержит размерности известных образов  $p_\delta$ .

В исходном состоянии  $A_0 = \emptyset$ ,  $B_0 = \emptyset$ ,  $A = \emptyset$ ,  $B = \emptyset$  и  $m(i) = \emptyset$ .

Пусть решается прямая задача для некоторого образа  $p \in P$ . На первом этапе используется индекс  $A_0$ . Для каждой координаты  $i_k$  образа  $p$  берется колонка  $(i_k | a_{i_k}) \in A_{0k}$ . Как было показано в предыдущем разделе, образ колонки  $a_{i_k} \neq \emptyset$ . Он содержит имена  $i_{\delta_k}$  всех областей значений  $\delta_k$  таких, что  $i_k \in \delta_k$ . В результате решения прямой задачи на этом этапе формируется множество образов  $P_\delta(p) = a_{i_1} \times \dots \times a_{i_m} \neq \emptyset$ . При этом, если существует  $k$ , для которого  $|a_{i_k}| > 1$ , то и  $|P_\delta(p)| > 1$ . Последнее означает, что входной образ  $p$  принадлежит сразу нескольким областям образов  $\Delta$ .

На втором этапе решается обычная прямая задача для каждого из образов  $p_\delta \in P_\delta(p)$  [1, 2].

Рассматривается пересечение  $\eta(p_\delta) = \bigcap_{k=1}^m a_{i_{\delta_k}}$ , где  $a_{i_{\delta_k}}$  – образ колонки  $(i_{\delta_k} | a_{i_{\delta_k}}) \in A_k$ ,  $i_{\delta_k}$  – значение  $k$ -й координаты образа  $p_\delta$ .

Если  $\eta(p_\delta) = \emptyset$  или если  $\eta(p_\delta) \neq \emptyset$ , но  $m(i) \neq |p_\delta|$  для  $\forall i \in \eta(p_\delta)$ , то образ  $p_\delta$  и соответствующая ему область  $\Delta$  являются новыми. Для запоминания  $p_\delta$  выбирается любое чистое имя  $i_\delta \in U_\Delta \setminus U_{p_\delta}$ , где  $U_\Delta$  – область имен для

наименования областей образов,  $U_{p_\delta}$  – множество имен уже известных образов  $p_\delta$  и соответствующих им областей образов. Затем выполняются сложения:  $A + (p_\delta | \{i_\delta\}) = \{A_1 + (i_{\delta_1} | \{i_\delta\}), \dots, A_m + (i_{\delta_m} | \{i_\delta\})\}$ ,

$$B + (i_\delta | p_\delta),$$

т.е. к каждому индексу  $A_k$  ( $k = 1, \dots, m$ ) добавляется колонка  $(i_{\delta_k} | \{i_\delta\})$ , а к индексу  $B$  – колонка  $(i_\delta | p_\delta)$ , где  $i_{\delta_k}$  – имя, являющееся  $k$ -й координатой образа  $p_\delta$ . Кроме того, в определение функции  $m(i)$  добавляется пара  $(i_\delta, |p_\delta|)$ . Имя  $i_\delta$  является решением прямой задачи, т.е. представляет собой имя образа  $p_\delta$  и соответствующей ему области образов  $\Delta$  такой, что  $p \in \Delta$  [1, 2].

Если же  $\eta(p_\delta) \neq \emptyset$  и существует имя  $i \in \eta(p_\delta)$ , для которого  $m(i) = |p_\delta|$ , то такое имя является единственным и представляет собой имя образа  $p_\delta$  и соответствующей ему области образов  $\Delta$  такой, что  $p \in \Delta$  [1, 2].

Рассмотрим теперь решение обратной задачи для некоторого имени  $i \in U_\Delta$ . Эта задача также решается в два этапа. Сначала определяется известный под этим именем образ  $p_\delta$ . Он равен образу  $b_i$  колонки  $(i | b_i) \in B$ .

Если колонки с именем  $i$  в индексе  $B$  не существует, то  $i$  – чистое имя. В противном случае для каждой координаты  $i_{\delta_k}$  найденного образа  $p_\delta = (i_{\delta_1}, \dots, i_{\delta_m})$  определяется известная под этим именем область значений  $\delta_k$ , равная образу  $b_{\delta_k}$  колонки  $(i_{\delta_k} | b_{\delta_k}) \in B_{0k}$ . Искомая область образов  $\Delta$  по имени  $i$  равна прямому произведению  $\Delta = \delta_1 \times \dots \times \delta_m$ .

#### Список литературы:

1. Чесноков А.М. Интеллектуальные системы на основе колонок // Управление большими системами. – 2013. – №46. – С. 118–146.
2. Чесноков А.М. Интеллектуальные системы на основе колонок при неполной информации // Управление большими системами. – 2014. – №50. – С. 84–98.
3. Чесноков А.М. Конечные мультимножества как образы в интеллектуальных системах на основе колонок // Управление большими системами. – 2014. – №52. – С. 23–36.
4. Чесноков А.М. Введение в общую теорию колонок. – М.: ИПУ РАН. – 2012. – 141 с.

5. Чесноков А.М. Интеллектуальные системы на основе колонок в реальном окружении // Prospero. – 2015. – №5 (17). – С. 106–109.

*Ячный Иван Викторович*

## МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТАМИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

*инженер кафедры Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, г. Томск*

### MODEL OF DOCUMENT MANAGEMENT AUTOMATED SYSTEM

*Jachny Ivan Victorovich*

*ingineer of the department of Tomsk State University of Control Systems and Redioelectronics, Tomsk*

### АННОТАЦИЯ

*На данный момент на рынке представлено большое разнообразие автоматизированных систем. В данной статье приведены различные модели пакета управления документами автоматизированной системы, позволяющих управлять, а также интегрироваться в существующие системы на различных уровнях разработки программного обеспечения.*

### ABSTARCT

*Currently the market offers a wide variety of automated systems. This article describes various models of the document management of the automated system, which allow you to control and integrate into the existing systems at different levels of software development.*

*Ключевые слова: автоматизированная система, управление документами, сервер отчетов.*

*Keywords: automated system, document management, report server.*

В настоящее время на рынке представлено большое разнообразие коммерческих систем, позволяющих автоматизировать какой-либо технологический процесс. При выборе системы к ней предъявляются определенные требования. Одним из важным критерием при выборе является возможность сбора, хранения и отображение информации.

Целью данной статьи является описание модели управления документами автоматизированной системы.

В разработанном программном продукте управления документами предлагается использовать следующие модули:

- модуль дизайнера – программная часть, позволяющая проектировать и управлять документами системы;
- модуль клиента – программная часть, позволяющая обслуживающему персоналу, менеджерам просматривать результат построения документов без возможности воздействия на них;
- модуль классов – программная часть, позволяющая внедрить разработанную систему в

состав других на низком уровне, т. е. на уровне исходного кода;

- модуль шлюза – часть системы, позволяющая внедрить разработанную систему на более высоком уровне с помощью унифицированного протокола взаимодействия.

Разработанный пакет программ предназначен для сопровождения множества документов, формируемых в различных программно-технических комплексах. Возможных пользователей пакета можно условно разделить на следующие категории:

- **П**рограммист;
- **Р**уководитель;
- **Б**ухгалтер;
- **О**бслуживающий персонал;
- **К**ассир (оператор, продавец точки обслуживания клиентов).

Относительно данных категорий можно составить функциональную модель пакета, представленную на рисунке 1.



Рисунок 1. Функциональная модель

Как видно из приведенной выше модели, разработанный пакет может быть использован для различных видов задач:

- просмотр формы отчетов – возможность просматривать, приготовленные заранее различные документы;
- изменение формы отчетов – возможность управлять и редактировать исходные формы документов;
- изменение номенклатуры данных отчетов – возможность управлять исходными данными для построения документов;
- создание пользовательских отчетов – возможность создавать и управлять базой собственных документов;
- кеширование отчетов – возможность сохранять готовые документы во внутренний формат

для их дальнейшей передачи или печати;

- экспорт/импорт форм отчетов – возможность импортировать отчеты, а также экспортировать в большинство известных форматов данных;
- настройка параметров отчетов – возможность управлять различными параметрами для построения отчетов;
- группировка отчетов – возможность создавать группы из отдельных отчетов для наилучшего представления.

На рисунке 2 приведена структурная модель – упрощенное графическое изображение системы, дающее общее представление о форме, расположении и числе наиболее важных ее частей и их взаимных связях.

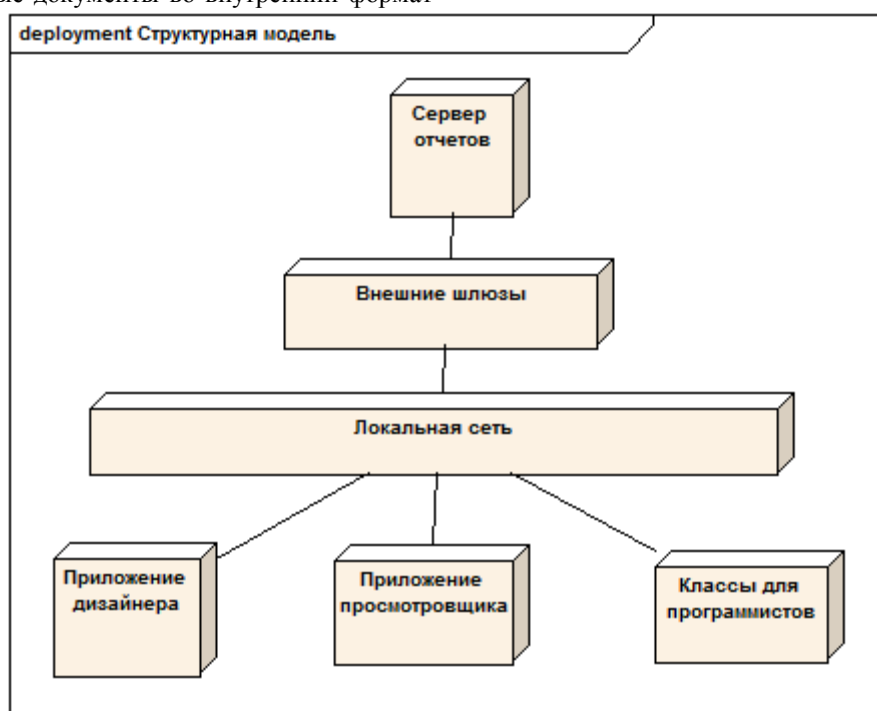


Рисунок 2. Структурная модель

Как видно из рисунка 2, модель состоит из следующих основных компонентов:

- сервер отчетов – основной модуль системы, выполняющий непосредственную генерацию отчетов, которые выбрал пользователь;
- приложение дизайнера – основное приложение для разработки формы будущего

документа, а также редактирование уже существующего;

- приложение просмотрщика – приложение, позволяющее отобразить документ, созданный на этапе проектирования;
- классы для программиста – набор методов и свойств для интеграции данной системы на низком

уровне с другими системами.

Для внедрения данного программного продукта в другие пакеты программ на уровне исходного кода, был разработан класс, который обеспечивает генерацию документов.

Основной класс генерации отчетов называется ReportBuilder. Он содержит в себе основные настройки генерации отчетов, а также реализует методы Generate в различных модификациях. На рисунке 3 приведена диаграмма классов, разработанная для интеграции с внешними системами.

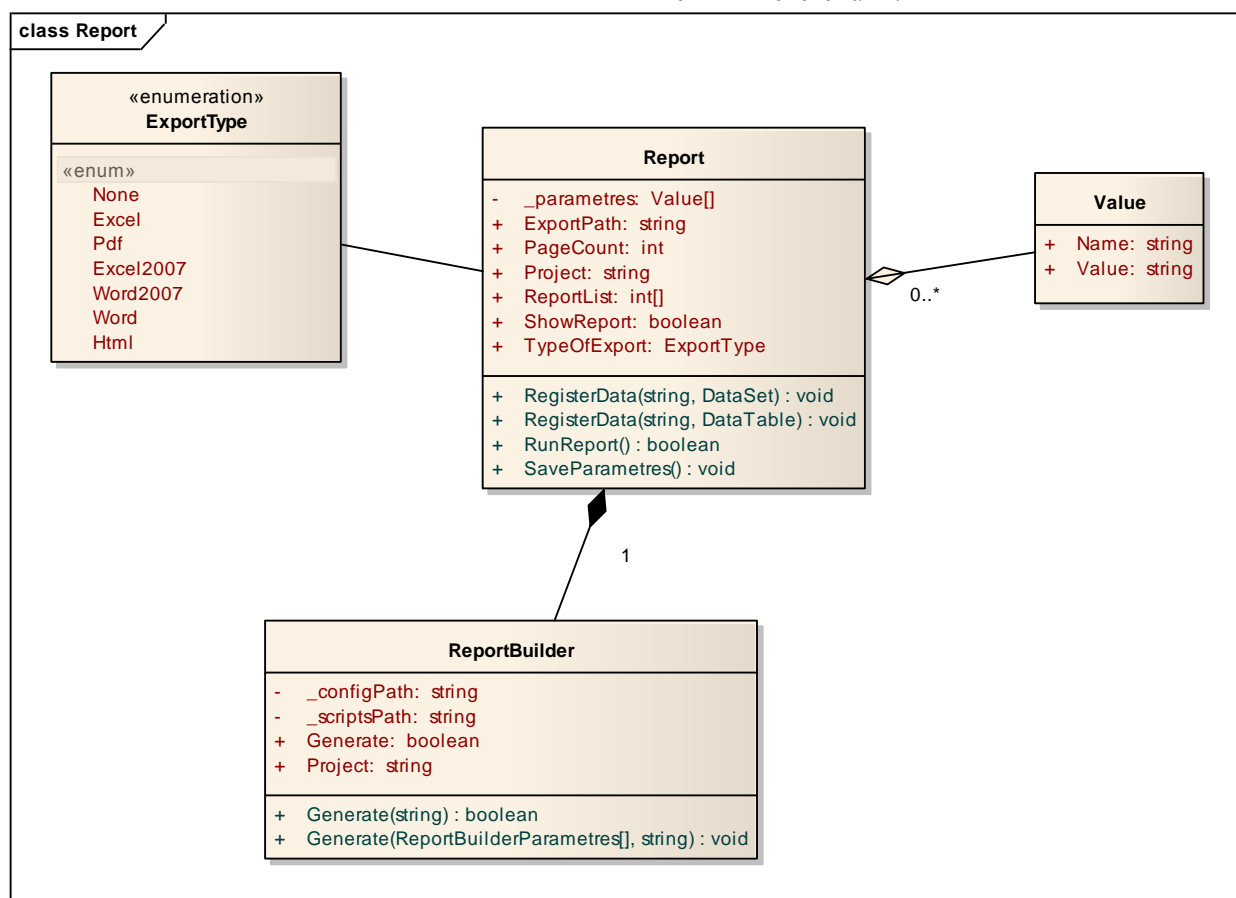


Рисунок 3. Диаграмма классов

Как видно из приведенного рисунка, для сторонних программистов был разработан класс-обертка — Report. Данный класс позволяет задать необходимые параметры генерации документа, параметры, которые необходимо передать в документ. Также, при необходимости, можно экспортировать готовый документ в большинство популярных форматов файлов. Как и говорилось ранее, для генерации документа используется основной класс ReportBuilder.

#### Список литературы:

1. Гамма Э., Хелм Р. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования = Design Patterns. Elements of Reusable Object-Oriented Software. — «Питер», Addison-Wesley, 2009. — С. 366 с.
2. Вигерс К. Разработка требований к программному обеспечению: / Пер. с англ. — М.: Изд.-торговый дом «Русская редакция», 2004. — 576 с.
3. Фаулер М. Архитектура корпоративных программных приложений: Пер. с англ. — М.: Изд. дом «Вильямс», 2004. — 544 с.

# ФИЗИКА

Оськин Виктор Васильевич

## НОВОЕ МИРОВОЗЗРЕНИЕ «НООКОСМИЗМ»

г. Москва

### A NEW WORLDVIEW "NOOCOSMIZM"

Viktor Oskin

Moscow

Аннотация.

В основе нового мировоззрения «Ноокосмизм» лежит ответ на вопросы «Что первично», «Из чего всё состоит» и «На основании чего формируются атомы, клетки, зарождается жизнь и растут живые организмы». Ответ на эти вопросы один:

Первичны электромагнитные волны Космоса, которые являются единственными носителями и источниками энергии и информации, в том числе программ формирования атомов, клеток, роста живых организмов и зарождения жизни на Земле и других космических объектах, единственными источниками движения, единственным строительным материалом, из которого состоят все элементарные частицы, атомы и клетки – вся материя.

### ABSTRACT

In the basis of a new worldview "Noocosmizm" lies the answer to the questions "What comes first", "what everything is" and "On the basis of what formed the atoms, the cells, the source of life and grow living organisms". The answer to these questions is one:

A primary electromagnetic wave of Space, which are the only carriers and sources of energy and information, including programs for the formation of atoms, cells, growth of living organisms and of the origin of life on Earth and other space objects, the only sources of traffic, the only building material that is composed of all elementary particles, atoms and cells – all matter.

Ключевые слова: Космос, высший разум, творец, строение атома, сознание, душа, энергоинформационные системы космоса, происхождение жизни и планет, электричество, гравитация

Keywords: Space, the Supreme intelligence, the Creator, the structure of the atom, the consciousness, soul, energy-information system of the cosmos, the origin of life and the planets, electricity, gravity.

### 1. Основные термины и определения

- Вселенная (или – «космос») - это бесконечное ничем неограниченное пространство, заполненное электромагнитными волнами и частично – материей. Бесконечность Вселенной определяется тем, что любое пространство находится в ещё большем пространстве - так любая галактика находится в метagalactic, которая в свою очередь находится в ещё большем пространстве и предела этому нет.

- Вакуум (от лат. *vacuus* — пустой) по своему определению является пустотой, в которой отсутствует материя, но всё пространство космоса заполнено электромагнитными волнами.

- Эфир – это межзвёздное и воздушное пространство, заполненное свободно распространяющимися в нём электромагнитными волнами с находящейся на них информацией.

- Электромагнитные волны (ЭМВ) - в свободном состоянии – это нематериальная субстанция, не имеющая массы и магнитного притяжения, состоящая из взаимодействующих электрического и магнитного векторов. ЭМВ - единственный источник энергии и носитель информации, в том числе программ формирования элементарных частиц (ЭЧ), атомов, клеток, развития живых организмов и зарождения жизни на космических объектах.

- Энергия - единственным источником энергии в виде ЭДС, магнитных и гравитационных полей

является электромагнитная энергия электромагнитных волн. Энергия ЭМВ является единственным творцом материального мира, единственным источником движения и самой жизни. Все остальные энергии, относящиеся к взаимодействию материальных объектов, включая гравитационную, кинетическую, тепловую и т.д. являются производными от энергии электромагнитных волн.

- Космический разум – это энергоинформационная система космоса (ЭИСК), состоящая из бесконечного количества электромагнитных волн, которыми пронизан весь Космос, на которых находится бесконечная и всеобъемлющая информация в виде программ формирования атомов, клеток, зарождения и развития жизни каждого индивида, отдельных наций и рас, различных живых организмов, растений, в виде жизненных сценариев прошлых жизней и т.д.

- Сознание – это движение импульсов информации по ЭМВ. Сознание человека – это управление мыслями и действиями человека. Космическое сознание – управление формированием атомов и клеток, возникновением и развитием живых организмов, источник информации и знаний. Сознание человека – часть космического сознания.

- Мозг – это устройство по приёму и обработке электромагнитных волн космоса с информацией, получаемой с помощью извилин головного мозга из

Энергоинформационной системы (ЭИС) конкретного человека.

- «Душа» – это персональная ЭИС человека, которая формируется во время зачатия из ЭИС родителей, следовательно, из ЭИС всех предков, а также из энергии территории зачатия, энергоинформационной системы ближайшей планеты и ближайшего созвездия.

- Атом – представляет собой соленоид с магнитной оболочкой, в которой вращаются электромагнитные волны, в результате чего как в любом соленоиде образуется магнитная ось и разность потенциалов на краях его оси. Таким образом, каждый атом притягивает другие атомы, а совокупность атомов как маленьких магнетиков в составе планет и других материальных объектов создаёт их силу гравитации.

- Гравитация – это электромагнитное притяжение, созданное атомами, из которых состоит данный материальный объект – чем больше объект, чем больше атомов, тем сильнее гравитационное поле. Если объект, например Земля, вращается, то вращающаяся энергия огромного количества атомов создаёт магнитную ось и магнитное поле вокруг этого объекта, что усиливает гравитационное притяжение.

- Материя – это то, что имеет массу и гравитационное притяжение.

## 2. Существующие теории

[1] *«Последние 35 лет своей жизни Альберт Эйнштейн пытался сформулировать общую теорию поля, проще говоря, пытался открыть «формулу», которая описывает весь мир, а все остальные научные истины вытекают из нее. Этой важнейшей проблемой XX столетия занимались выдающиеся умы: Дирак, Картан, Клиффорд, Ньюмен, Пенроуз и многие другие».*

В 1913 году молодой французский математик Э.Картан заявил: **«В природе должны существовать поля, порождающиеся вращением»**, что явилось предпосылкой теории торсионных полей. А вращение есть везде: **электрон вращается вокруг ядра, ядро вокруг своей оси, планеты - вокруг Солнца. И каждый элемент вращения создает свое торсионное поле. Эти поля элементарных частиц, атомов, молекул, людей, планет и т.д. сливаются во Вселенной, образуя Информационное поле Вселенной.**

Согласно пониманию электронов по версии Э. Шрёдингера «как волн вероятности, плещущихся внутри своих орбит — подобно приливам и отливам в тороидальном бассейне» и что фотоны ведут себя аналогично электронам, то и протоны, и нейтроны, и атомы как и все элементарные частицы являются волнами, находящимися внутри своих сфер.

В 1996 году в Москве на конференции «Наука на пороге XXI века - новые парадигмы» было принято глобальное решение: *«Дальнейшее развитие науки невозможно без учета феномена, который мы называем биополем, энергоинформационным полем».*

Во ВНИИ «Бинар» пришли к заключению, что Душа человека - это его биополе, его энергоинформационное поле.[1]

Попытки создания «Теорий всего» продолжают до сих пор, но ни одна из них не решает существующих проблем современной физики и мировоззрения потому, что все существующие теории берут неверную исходную позицию.

## 3. Новизна и значимость (НМН)

Согласно Волновой теории (ВТ) [7], уравнениям Э. Шрёдингера - атомы и прочие элементарные частицы состоят из ЭМВ, но никто не объясняет, как и на основании чего формируются атомы, клетки и т.д. Согласно же НМН материя формируется из ЭМВ в соответствии с программами формирования атомов, клеток, роста и развития живых организмов, находящимися на тех же ЭМВ Космоса.

Учёные понимают, что вся новая информация приходит человеку из вне, но и этого не могут объяснить. Согласно же НМН вся информация поступает человеку из его ЭИСК через головной мозг, извилины которого настроены как антенна на свою ЭИСК.

## 4. Космический разум.

Весь безграничный Космос заполнен ЭМВ, на которых находится безграничная информация, которая в совокупности составляет единый космический разум, единую энергоинформационную систему Космоса (ЭИСК).

## 5. Атомы - Источник электричества и гравитации

Согласно Волновой теории атомы как элементарные частицы представляют собой тор, в магнитном поле которого вращаются ЭМВ. А так как ЭМВ – это энергия, то от её вращения образуется магнитная ось и разность потенциалов на концах оси тора. Поэтому все атомы в твёрдых материалах крепко связаны друг с другом как магниты и никаких протонов, нейтронов и электронов в атомах нет, а они образуются вне атомов.

Исходя из того, что каждый атом является магнетиком, то множество магнетиков (планета) притягивает к себе другое множество магнитов, создавая тем самым энергию гравитации. Хотя учитывая, что притяжение (гравитация) присуще каждому атому, а, следовательно, и совокупности атомов, при формировании любого космического тела из уже готовых материальных объектов, у каждого из них есть собственное поле гравитации, поэтому определять скорость распространения гравитации при объединении объектов бессмысленно, т.к. это поле уже имеется у каждого объекта. Поэтому когда учёные начинают рассчитывать с помощью различных уравнений скорость распространения гравитации, они не понимают, что поле гравитации уже существует у каждого объекта до начала измерения.

Подтверждением того, что гравитация - следствие электромагнитной энергии является то, что существует гравитационное притяжение от самого вращения Земли вокруг своей оси, т.к. от вращения энергии как в любом соленоиде создаётся магнитное поле Земли с магнитной осью. Поэтому, не смотря на то, что гравитационное притяжение самой материи между Землёй и Луной почти в два раза меньше, чем между Солнцем и Луной, *(сила притяжения Луны к Земле  $F_{пр.Л.З.} \approx 1,98 * 10^{20}$  Н., сила притяжения Луны к*

Солнцу  $F_{пр.Л.С.} \approx 4,33 * 10^{20}$  Н. - их отношение  $F_{пр.Л.С.}/F_{пр.Л.З.} \approx 2,2$ .), Луна удерживается магнитным полем Земли дополнительно к гравитационному полю Земли. [2]

#### 6. Актуальность

В отличии от существующих теоретических предположений с попытками их математического обоснования предлагаемое новое мировоззрение «Ноокозмизм» исходит из очевидных и естественных знаний, что в корне меняет наше мировоззрение от мифологического, религиозного к научно обоснованному мировоззрению. Ещё Аристотель говорил, что жизнь зарождается от солнечного света, что соответствует действительности. Но насаждение религиозного мировоззрения, что всё создал некий Бог, поставило заслон развитию естественного, научного мировоззрения. Предлагаемое мировоззрение позволяет ответить на такие вопросы, как:

- априорность и бесконечность Вселенной;
- происхождение звёздных систем;
- что первично;
- что такое высший или космический разум;
- что является творцом материального мира;
- как возникает жизнь;
- в чём состоит дуализм элементарных частиц;
- из чего формируются и состоят элементарные частицы, атомы и клетки;
- источник электричества и гравитации;
- на основании чего мы растём;
- когда и кем она формируется «Душа»;
- что такое «Мозг»;
- что такое «реинкарнация»;
- как зарождаются и образуются звёзды и планеты;
- почему регулярно меняется климат на Земле;
- откуда берутся привидения, НЛО и прочая мистика.

#### 7. Процессы во вселенной

Формирование звёздных систем возможно только при взаимном пересечении двух потоков космических объектов от взрывов сверхмощных систем, которые происходят регулярно в различных частях Вселенной. При этом наиболее крупные объекты захватывали своим притяжением более мелкие из пересекающего потока, превращались в звёзды с образованием своих планет. А так как вселенная бесконечна и бесконечно количество звёзд, то взрывы происходят регулярно. Следовательно, и звёздные системы постоянно взрываются и образуются. А бесконечность Вселенной подтверждается простым пониманием того, что любой объём, любое пространство должно находиться в ещё большем пространстве. Так любая галактика находится в метagalактике, та в свою очередь в ещё большей супергалактике и конца этим вложениям нет. Исходя из этого - расширение бесконечной Вселенной по крайней мере звучит нелепо по отношению ко всей Вселенной, так как бесконечность расширять невозможно и также невозможно ни за какое время заполнить звёздами бесконечность. Хотя расширение может относиться лишь к некоторому моменту существования конкретной части вселенной. Так во многих публикациях описываются взрывы звёзд в различных галактиках видимой части вселенной, что и может стать началом процесса расширения в данной галактике.

#### 8. Происхождение жизни на Земле.

“В настоящее время наибольшей популярностью пользуется Теория самопроизвольного (спонтанного) зарождения *академика Опарина*. Но теория оказалась неспособной предложить решение проблемы точного воспроизведения”. [2]

Не способна потому, что проблема не только в воспроизведении, но и в самом процессе зачатия и развития жизни в течении десятков лет. Ведь этот процесс происходит в миллиардных количествах на протяжении тысяч лет и при этом каждый вид имеет общее строение, но отличающееся лишь внешним видом. А такое возможно только при наличии программ возникновения жизни, её воспроизведения и развития. А из радиофизики известно, что программы, фильмы, любая информация находятся на ЭМВ, которыми заполнено все бесконечное космическое пространство, составляющее Энергоинформационную систему Космоса (Космический разум, Космическое сознание).

Естественно возникает вопрос: А кто эти программы написал и разместил на ЭМВ Космоса? - Их, как и сами ЭМВ, как и Космическое пространство, как и время – никто не создавал – они существуют априорно. Ведь никто не спрашивает – кто создал Бога-Творца? – А ЭМВ, как и подобает богу-творцу, находятся всюду – даже в каждом атоме, в каждой элементарной частице, ими заполнено всё космическое пространство. И если мы – люди - как ничтожная часть Космоса - можем придумывать и писать программы, снимать фильмы, то ЭИСК с бесконечным количеством ЭМВ и информацией на них тем более может это делать.

#### 9. Что такое мозг»

Еще в начале прошлого века Никола Тесла сказал: "Мозг – это всего лишь приемное устройство». Директор института Мозга Н. Бехтерева [6] также это предполагает, но не знает, как объяснить, что людям приходит информация из космоса, которую раньше никто не знал. Так Д. Менделееву его таблица приснилась во сне. Каждому из нас иногда снятся сны о том, чего мы никогда не могли знать или видеть. Иногда снятся вещие сны.

Если взять в разных частях тела человека пробу ДНК и провести спектральный анализ, то увидим, что всё тело имеет один и тот же персональный спектр энергии, у каждого человека свои персональные отпечатки пальцев и своё расположение извилин в головном мозге. Как это может быть, если мы все едим одно и то же? Это говорит о том, что тело каждого конкретного человека формируется из конкретного спектра частот электромагнитных волн Космоса. Это происходит потому, что мозг со своими извилинами является антенной, настроенной на конкретный персональный спектр частот, который формируется при зачатии и через эту антенну поступает энергия соответствующего спектра для формирования клеток. А пища служит лишь катализатором для поддержания процессов в организме.

#### 10. Когда и кем формируется душа

Во время успешного окончания полового акта каждый партнёр входит в резонанс со своей ЭИСК, в результате всё тело приниживает мощнейший поток

космической энергии, что ощущается как сильнейший эмоциональный всплеск, омолаживающий все клетки организма. При этом у мужчины формируются сперматозоиды из энергии его ЭИСК, а женская яйцеклетка состоит из энергии её персональной ЭИСК. Таким образом, энергетика зародыша формируется из энергии отца и матери. На формирование зародыша также воздействует энергетика территории зачатия (нация, раса), энергетика ближайшей во время зачатия планеты, что известно как «Знаки Зодиака», по которым определяется характер, то есть «Душа» человека. Таким образом, характер, способности и прочие персональные данные, которые и называются «Душа» формируются во время зачатия, а не вселяются в тело человека и не покидают его после смерти.

На формирование зародыша в будущем огромное влияние имеет первый половой контакт, потому что энергетика первого партнёра записывается на чистую энергетика целомудренного человека. В результате все будущие дети будут иметь черты первого партнёра. Поэтому во многих народах и религиях придерживаются целомудрия до создания семьи.

#### 11. Реинкарнация

Так как в ЭИС ребёнка входят ЭИС родителей, то вся информация о родителях, все их болезни, достоинства и недостатки содержатся в ЭИС ребёнка. Следовательно, наследственность передаётся ребёнку от родителей, каждому родителю от их родителей и так до бесконечности. Подтверждением того, что ЭИС формируется при зачатии является то, что если зачатие произошло от единственного контакта со случайным мужчиной, то у будущего ребёнка сохраняются все данные об отце, который может даже не догадываться о существовании своего наследника. Описываются случаи, когда случайный половой контакт белой женщины с негром сказывается на её белой дочери, у которой родился негр при белом муже. Настолько мощная энергетика воздействует при оргазме, что сказывается даже через поколение.

#### 12. Изменение климата и мировоззрения

По раскопкам в разных частях Земли находят останки животных и растений, которые не соответствуют нынешнему климату в данной местности. Это говорит о том, что на Земле регулярно

изменяется климат. Это может происходить потому, что ось вращения Земли изменяет свой наклон по отношению к Солнцу, т.к. магнитная ось Земли притягивается к ближайшей звёздной системе. Сейчас мы находимся под воздействием созвездия Рыб, но постепенно переходим под воздействие ЭИС созвездия Водолея. В результате перелетая раз в несколько тысяч лет от воздействия одного созвездия к другому, на Земле меняется климат. Что мы сейчас и ощущаем по изменению климата в различных частях Земли.

По аналогии с тем, что в зависимости от воздействия ближайшей во время зачатия планеты на характер людей, при перелёте нашего созвездия с землёй под воздействием ЭИС другого созвездия должно меняться мировоззрение (характер) всего человечества, что и предложено в НМН.

#### 13. Принятые сокращения

КР – космический разум

НМН - Новое мировоззрение «Ноокосмизм»

ОТО - общая теория относительности

ЭМВ – электромагнитные волны

ЭИСК – Энергоинформационная система

Космоса

#### Источники информации

- [1] - <http://www.liveinternet.ru/users/light2811/post146986390>  
(Наука и Тонкий мир)
- [2]- <http://www.spacephys.ru/chto-silnee-prityagivaet-lunu-zemlya-ili-solntse>
- [3] -<http://biofile.ru/>
- [4] Шрёдингер [http://elementy.ru/trefil/Schroedinger\\_Equation](http://elementy.ru/trefil/Schroedinger_Equation)
- [5] Опарин <http://biofile.ru/bio/6429.html>
- [6] Бехтерева [http://www.russianscientist.org/files/archive/Nauka/2015\\_MAGID-31.pdf](http://www.russianscientist.org/files/archive/Nauka/2015_MAGID-31.pdf)
- [7] Теория поля <http://prometheus.al.ru/phisik/alemanov.htm>
- [8] ." Физический энциклопедический словарь. ФОТОН.  
<http://prometheus.al.ru/phisik/alemanov.htm>  
Новое мировоззрение ч.1  
<http://nookosmizm.bbmy.ru/viewtopic.php?id=40#p42>  
Новое мировоззрение ч. 2  
<http://nookosmizm.bbmy.ru/viewtopic.php?id=41#p43>



*Слаев Валерий Абдуллович*

## ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ЗАКОНЫ И СВОЙСТВА ВСЕЛЕННОЙ

*Доктор технических наук, профессор, главный науч. сотрудник  
Всероссийского научно-исследовательского института метрологии им.  
Д.И. Менделеева,  
г. Санкт-Петербург*

### BASIC STRUCTURAL LAWS AND PROPERTIES OF THE UNIVERSE

*Valery Slaev*

*Doctor of Science, professor, chief scientific researcher of*

*D.I. Mendeleev Institute for Metrology,*

*Saint Petersburg*

### АННОТАЦИЯ

*Перечислены и прокомментированы основные структурные законы, а также основные свойства Вселенной.*

### ABSTRACT

*Basic structural laws and principal properties of the Universe are considered.*

*Ключевые слова: непрерывность; вращение; цикличность; гармония; фрактальное подобие; размерность; синергичность; пространство; время; сингулярность; температура; однородность; изотропность; причинно-следственные отношения; полярность и двойственность объектов и явлений; вибрация и ритмичность.*

*Keywords: continuity; rotation; recurrence; harmony; fractal similarity; dimensions; synergy; space; time; singularity; temperature; homogeneity; isotropy; cause-and-effect relationships; polarity and duality of objects and phenomena; vibration and rhythm.*

Размышления о структуре Мироздания наводят на мысль о необходимости сформулировать основные структурные законы Вселенной, как это было сделано египетским мудрецом ТОТом Атлантом (Гермесом Трисмегистом) за несколько тысяч лет до рождения Иисуса Христа [1, 2] (см. Приложение).

Результатом такой попытки стала формулировка основных структурных законов Вселенной, которые касаются: непрерывности, вращения, цикличности, гармонии, подобия, размерности и синергичности:

1. Вселенная непрерывна.
2. Каждый объект Вселенной движется по кривой и вращается.
3. Вселенная изменяется циклически.
4. Вселенная соразмерна, гармонична и симметрична.
5. Вселенная является фрактально подобной, т.е. самоподобной.
6. Вселенная безгранична и бесконечномерна.
7. Вселенная является синергичной, т.е. самосозидающей.

Рассмотрим сформулированные основные структурные законы Вселенной немного подробнее.

### 1. Вселенная непрерывна

На основе анализа различий между потенциальной и актуальной бесконечностями, а также времени, как последовательности установления попарных связей «раньше-позже», автор работы [3] делает вывод: «Именно наличие причинно-следственных связей между отдельными событиями заставляет нас объединять все эти события в целостность. Т.е. в непрерывность, континуум. В единую Вселенную.... Мир, Вселенная, как

совокупность элементарных событий имеется в единственном экземпляре. Всех событий! В нашем прошлом, настоящем и будущем.... Наличие причинно-следственных связей между событиями требует от нас считать их вложенными в непрерывность».

### 2. Каждый объект Вселенной движется по кривой и вращается

На интуитивном уровне это не вызывает сомнений. Сразу перед глазами возникает образ летящей стрелы, выпущенной в цель. Она как бы должна лететь по прямой, однако под влиянием гравитации и других факторов движется по криволинейной траектории.

Автор «Общей теории взаимодействий» [4] введением в рассмотрение так называемого «биона» (элементарного электрического диполя) обосновывает причину появления гравитационных сил (чего не удалось сделать даже великому Исааку Ньютону) распределением бионов в пространстве и их вращением.

### 3. Вселенная изменяется циклически

В 1922 г. русский физик и математик А.А. Фридман обосновал нестатичность Вселенной [5]. Оказалось, что первая модель (гипотеза) Фридмана, которая предсказывала, что за расширением Вселенной последует ее сжатие, поначалу считалась довольно грубым приближением, а на самом деле дает удивительно точное описание нашей Вселенной.

### 4. Вселенная соразмерна, гармонична и симметрична

Соразмерность означает соответствие какому-либо мерилу. Гармония предполагает внутреннюю и внешнюю согласованность и цельность содержания и

формы, а также упорядоченность многообразия. Симметрия характеризует свойство инвариантности процессов, явлений и отношений объектов относительно ряда преобразований.

По этому поводу можно вспомнить несколько любопытных высказываний шведского ученого XVIII века Эммануила Сведенборга [6]: «Как наверху, так и внизу. Как внизу, так и наверху. Все, что есть на Земле, соответствует небесам».

### **5. Вселенная является фрактально подобной, т.е. самоподобной**

Подобие может быть выражено в различных формах: изоморфизм, т.е. взаимнооднозначное соответствие, гомоморфизм – частичное соответствие, фрактальное самоподобие – приближительное (дробное) сходство частей и целого в пространстве и времени.

И если изоморфизм хорошо «работает» с идеальными абстрактными объектами, то чем ближе к Природе, тем более применимы фракталы [7].

### **6. Вселенная безгранична и бесконечномерна**

В [5, с. 107] приведено утверждение о том, что «у любой замкнутой поверхности границ нет».

В [8] перечислены доказательства бесконечномерности Вселенной.

### **7. Вселенная является синергичной, т.е. самосозидающей**

Синергетика изучает связи между элементами различных структур, которые образуются в открытых системах разной природы, благодаря интенсивному обмену веществом и энергией с окружающей средой в неравновесных условиях.

В синергетике существует концепция направленной самоорганизации, т.е. формирования управляемого движения вдоль желаемых инвариантных многообразий в пространстве состояний синтезируемых систем [9].

## **ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ВСЕЛЕННОЙ**

### **1. Безграничность и бесконечномерность Вселенной не предполагает наличия в пространстве сингулярностей или «дурных бесконечностей» [5].**

Это позволяет мысленно представить ее в некоторой «замкнутой» форме, например, в виде сферы, тора, ленты Мёбиуса или бутылки Клейна.

### **2. Время во Вселенной, по современным данным испанских ученых [10], замедляется вплоть до его исчезновения.**

Они мотивируют свою теорию следующим образом: «Мы считаем, что время появилось при Большом Взрыве, но раз оно может появляться, значит, может и исчезать - это всего лишь обратный эффект».

### **3. Средняя температуры Вселенной понижается и стремится к абсолютному нулю.**

Это свойство можно рассматривать как следствие (и подтверждение) теории Большого взрыва.

### **4. Вселенная в крупном масштабе однородна и изотропна, за исключением локальных неоднородностей [5].**

Подтверждением этому являются результаты измерений параметров реликтового излучения.

### **5. Вплоть до момента исчезновения времени Вселенная подчиняется причинно-следственным отношениям.**

Автор работы «Причинность и взаимодействие в физике» [11], анализируя эволюционные и структурные модели причинно-следственных отношений в природе, приходит к выводу о том, что причинность всегда обладает свойствами объективности, всеобщности и универсальности.

### **6. Полярность и двойственность объектов и явлений Вселенной предопределяет единство и борьбу противоположностей.**

Автор трактата «О мире», известный как Псевдо-Аристотель (I в. до н.э.), опираясь на Гераклита, находил согласие противоположностей во всех природных сущностях и в самой Вселенной: «... природа влекома к противоположностям, и из них, а не из подобного, образует согласное.»

Одним из ярких примеров единства и борьбы противоположностей является взаимная обратимость нуля и бесконечности: единица, деленная на ноль, дает бесконечность, а единица, деленная на бесконечность, дает ноль. Это напоминает змею, кусающую свой хвост.

### **7. Вибрации и ритмичность объектов Вселенной обуславливает их взаимную связь и взаимодействие.**

Это соответствует [1] и взглядам эзотериков.

## **Приложение**

Основные космические законы, которые открыл ТОТ Атлант (Гермес Трисмегист) при попытке установить, какова структура Вселенной и какова ее взаимосвязь со структурой человека, приведены ниже.

Эта связь отражена в семи космических законах, которые применимы как к Макрокосму (Вселенной), так и к Микрокосму (человеку) [1].

### **1. Принцип ментализма «ВСЕ есть ум»**

Все - в смысле Абсолютное, Целое, Всеединое, т.е. то, что включает в себя Все. Вселенная есть нечто умственное. Она проявляется как разум, как энергия и как материя. Абсолют – это реальность, включающая в себя Абсолютно Все – все, что есть, было и будет. Эта реальность вечна, бесконечна и неизменна, т.е. закончена, завершена и совершенна. Это означает, что Вселенский Разум имеет энергию, которую обычно называют Святым Духом. Материя рассматривается как проявление Вселенского Разума. Теория большого взрыва и Библия подтверждают наличие Абсолютного «Ничто», из которого рождается «Все». Применительно к человеческому организму можно утверждать, что все уровни его существования, начиная от физического и кончая самым высоким духовным, управляются сознанием (разумом), которое является отражением Вселенского Разума.

### **2. Принцип соответствия (или аналогии)**

Этот принцип устанавливает аналогию между Макрокосмом (Вселенной) и Микрокосмом (человеком) и гласит: «Что наверху, то и внизу, что внизу, то и наверху». Это принцип голографичности всего Живого, устанавливающий полную взаимосвязь между Макрокосмом и Микрокосмом.

### 3. Принцип вибраций

Все вибрирует, все излучает. В природе нет ничего, что находится в покое. Все семь тел человека – это семь уровней вибраций, и каждый уровень взаимодействует с соответствующим уровнем вибраций Вселенной. Отсюда следует вывод о том, что для изучения структуры человека, современная наука должна перейти на новый уровень мышления, т.е. рассматривать все процессы, происходящие в организме человека, с позиции теории излучений.

### 4. Принцип полярности

Все в природе полярно: тепло и холод, свет и мрак, негатив и позитив, Инь и Ян, женщина и мужчина. В мужчине есть женское начало, в женщине – мужское. Наука подтвердила, что у женщин есть мужские гормоны, а у мужчин – женские. Полярность проявляется во всех областях природы и жизни.

### 5. Принцип ритма

Все подчиняется ритмическим воздействиям – настроение, эмоции, периоды интенсивности умственной работы, покоя и т.д. Все в организме подчиняется ритмическому воздействию: пульс, дыхание, прием и выделение пищи. В настоящее время развивается современное направление науки – биоритмология.

### 6. Принцип причинности

Всякая причина имеет следствие, всякое следствие имеет причину. Применительно к организму – всякая болезнь имеет глубинную причину и сама же может стать причиной разрушений.

### 7. Принцип двойственности

Наличие активного (мужского) и пассивного (женского) начал. В организме это проявляется в существовании двух энергий: Ян (мужской), обслуживающей процессы возбуждения, и Инь (женской), обслуживающей процессы торможения. Энергия "Ян" и "Инь" есть в пище. На этом построена вся теория восточной макробиотики (науки о питании).

#### Список литературы

1. [http://telo.by/anatomy/svyaz\\_strukturi\\_vselennou\\_so\\_strukturoy\\_cheloveka](http://telo.by/anatomy/svyaz_strukturi_vselennou_so_strukturoy_cheloveka)
2. Изумрудные Скрижали ТОТа Атланта (Гермеса Трисмегиста).  
<http://esotericpl.narod.ru/elbibl.htm>
3. <http://vladimirgavryusev.ru/thoughts/diskretnoe/>
4. <http://www.b-i-o-n.ru/>
5. Стивен Хокинг. Краткая история времени от большого взрыва до черных дыр. Амфора. Эврика, 1987. www.koob.ru
6. <http://www.michaelglebov.ru/web/sw-hh.htm>
7. <http://www.delphis.ru/journal/article/fraktalnaya-vseleinnaya>
8. <http://www.forum.zanauku.ru/index.php?topic=1660.5;wap2>
9. <http://www.books.ru/books/massa-energiya-struktura-ergodinamicheskaya-model-funktsionirovaniya-i-razvitiya-871061/?show=1>
10. [www.russpain.ru/news/?id=13511](http://www.russpain.ru/news/?id=13511)
11. [n-t.ru/tp/ns/pvf.htm](http://n-t.ru/tp/ns/pvf.htm)

*Международное научное объединение "Prospero"*

**Ежемесячный научный журнал "Prospero"**

**№ 8 (20) / 2015**

Редакционная коллегия:

Главный редактор — д.ф-м.н.Вешинский Дмитрий Федорович (РФ, Москва)  
Ответственный секретарь — д. ф-м.н., Вадиева Алена Казбековна (РФ, Санкт-Петербург)  
Аверин Александр Дмитриевич  
Южный федеральный университет;  
Баклушев Денис Александрович  
Санкт-Петербургский госуниверситет;  
Гетера Александр Олегович  
Московский областной университет;  
Вавилов Николай Константинович  
Самарский национальный университет  
Демиев Евгений Константинович  
Алтайский государственный университет;  
Коропаев Владимир Гиевич  
Рязанский государственный радиотехнический университет;  
Кимушкин Владимир Петрович  
Белгородский государственный университет;  
Левин Александр Федорович  
Ивановский государственный университет;  
Лунин Самсон Тихонович  
Югорский государственный университет;  
Мерокян Аркадий Валериевич  
Рязанский государственный радиотехнический университет;  
Нежданов Вадим Леонидович  
Институт прикладной математики и автоматизации Кабардино-Балкарского научного центра;  
Семеренко Григорий Игоревич  
Карлов университет, Чехия  
Труханов Владимир Олегович  
Альбертский университет, Эдмонтон, Канада  
Яневский Семен Петрович  
Казанский государственный технологический университет;  
Яшев Николай Александрович  
Казанский государственный технологический университет;  
Художник: Аркадий Дерюгин  
Верстка: Владимир Сокотун  
Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес редакции:

109377, г. Москва, Рязанский пр-кт 34, оф. 207. E-mail: [info@mos-prospero.ru](mailto:info@mos-prospero.ru) ;  
[www.mos-prospero.ru](http://www.mos-prospero.ru)

Учредитель и издатель Международное научное объединение "Prospero" Тираж 1000 экз.  
Отпечатано в типографии 109377, г. Москва, Рязанский пр-кт 34, оф. 207