

ISSN 2308-4804

# SCIENCE AND WORLD

**International scientific journal**

**№ 4 (8), 2014, Vol. I**

Founder and publisher: Publishing House «Scientific survey»

The journal is founded in 2013 (September)

Volgograd, 2014

UDC 53:51+57+67.02+631+551  
LBC 72

# **SCIENCE AND WORLD**

## **International scientific journal, № 4 (8), 2014, Vol. I**

The journal is founded in 2013 (September)  
ISSN 2308-4804

The journal is issued 12 times a year

The journal is registered by Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technology and Mass Communications.

**Registration Certificate: ПИИ № ФС 77 – 53534, 04 April 2013**

*Impact factor of the journal «Science and world» – 0.325 (Global Impact Factor 2013, Australia)*

### **EDITORIAL STAFF:**

**Head editor:** Musienko Sergey Aleksandrovich

**Executive editor:** Koroleva Irina Nikolaevna

*Lukienko Leonid Viktorovich, Doctor of Technical Science*

*Musienko Alexander Vasilyevich, Candidate of Juridical Sciences*

*Borovik Vitaly Vitalyevich, Candidate of Technical Sciences*

*Dmitrieva Elizaveta Igorevna, Candidate of Philological Sciences*

*Valouev Anton Vadimovich, Candidate of Historical Sciences*

All articles are peer-reviewed. Authors have responsibility for credibility of information set out in the articles. Editorial opinion can be out of phase with opinion of the authors.

Address: Russia, Volgograd, Angarskaya St., 17 «G»

E-mail: [info@scienceph.ru](mailto:info@scienceph.ru)

Website: [www.scienceph.ru](http://www.scienceph.ru)

Founder and publisher: Publishing House «Scientific survey»

УДК 53:51+57+67.02+631+551  
ББК 72

## **НАУКА И МИР**

**Международный научный журнал, № 4 (8), 2014, Том 1**

Журнал основан в 2013 г. (сентябрь)  
ISSN 2308-4804

Журнал выходит 12 раз в год

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

**Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
ПИ № ФС 77 – 53534 от 04 апреля 2013 г.**

*Импакт-фактор журнала «Наука и Мир» – 0.325 (Global Impact Factor 2013, Австралия)*

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

**Главный редактор:** Мусиенко Сергей Александрович  
**Ответственный редактор:** Королева Ирина Николаевна

*Лукиенко Леонид Викторович, доктор технических наук*  
*Мусиенко Александр Васильевич, кандидат юридических наук*  
*Боровик Виталий Витальевич, кандидат технических наук*  
*Дмитриева Елизавета Игоревна, кандидат филологических наук*  
*Валуев Антон Вадимович, кандидат исторических наук*

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.

Адрес редакции: Россия, г. Волгоград, ул. Ангарская, 17 «Г»  
E-mail: [info@scienceph.ru](mailto:info@scienceph.ru)  
[www.scienceph.ru](http://www.scienceph.ru)

Учредитель и издатель: Издательство «Научное обозрение»

---



---

**CONTENTS**


---



---

**Physical and mathematical sciences**

<i>Abdikalikova G.A.</i> PROPER RESOLVABILITY OF NONLOCAL BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR ONE CLASS OF EQUATIONS .....	10
<i>Abeeva A.A.</i> REGULARIZATION OF THE EQUATION OF GELFAND-LEVITAN BY THE RELAXATION METHOD .....	15
<i>Galutskiy V.V., Kuzora V.F., Stroganova E.V., Shmargilov S.A., Yakovenko N.A.</i> MODEL OF THE OPTICAL LOGIC GATE ON THE BASIS OF PPLN FROM LITHIUM NIOBATE WITH GRADIENT OF COMPOSITION .....	18
<i>Dzharova S.A.</i> THE INVERSE PROBLEM OF THERMAL CONDUCTIVITY WITH REVERSE TIME (RETROSPECTIVE) .....	23
<i>Mamatov T.Yu.</i> THE MIXED FRACTIONAL DIFFERENTIAL OPERATORS IN HÖLDER SPACES .....	30
<i>Potapov A.A.</i> MOLECULAR STRUCTURE OF METALS .....	36

**Biological sciences**

<i>Marchik L.A., Martynenko O.S., Nevmatullina A.Sh., Tinyukov A.B.</i> CONCEPTUAL FRAMEWORK OF THE HEALTH PROTECTION AND THEIR REALIZATION AT MODERN COMPREHENSIVE SCHOOL.....	42
<i>Moskatova A.K.</i> FUNCTIONAL CONSTITUTION AS A BASIS OF HUMAN LIFE ACTIVITY .....	47
<i>Pasichnyk L.A., Savenko O.A., Butsenko L.N., Patyka V.F., Kalinichenko A.V.</i> PSEUDOMONAS SYRINGAE IN AGROPHYTOCENOSIS OF WHEAT.....	52
<i>Hlushchevskaya O.A., Chimich G.Z.</i> EMBRYOTOXIC INFLUENCE OF LEAD ON THE REPRODUCTIVE FUNCTION OF ANIMALS .....	57
<i>Yashkichev V.I.</i> ON THE MECHANISM OF ICE MELTING .....	62
<i>Yashkichev V.I.</i> NEW MODEL OF THE MISSING LINK IN THE THEORY OF CROSS-STRIPED MUSCLES ACTIVITY .....	65
<i>Yashkichev V.I.</i> ON CONVERSION OF HEAT TO MECHANICAL ENERGY AT SKELETAL MUSCLES WORK.....	68

**Technical sciences**

<i>Azbergen M.I., Inkarbekov N.O., Shokimova Zh.K.</i> PLANE DEFORMATION OF SOIL AND ITS EXPERIMENTAL AND THEORETICAL BASES .....	71
--	----

<i>Bayuk O.V.</i> INSTRUMENT PROGRAMING TOOLS OF DESIGN AUTOMATION OF DISTANCE LEARNING SYSTEMS .....	75
<i>Gulevsky V.A., Golovinov P.S., Chernichkin E.E., Kidalov N.A., Antipov V.I., Kolmakov A.G., Vinogradov L.V.</i> FORMING COMPOSITE TYPE CARBON GRAPHITE – ALUMINIUM ALLOY .....	79
<i>Zhuzbayev S.S., Baenova G.M.</i> THE CREATION OF THE CORPORATE INFORMATION SYSTEM OF EDUCATION .....	83
<i>Ivel V.P., Gerasimova Yu.V.</i> ARDUINO MEGA 2560 PLATFORM USE FOR MANAGEMENT OF TWO-ENGINE SYSTEM OF ROTATION OF LARGE-SIZE OBJECTS .....	86
<i>Imankul M.N., Shapauov K.</i> ON RESEARCH OF PERSPECTIVE METHODS OF DESIGNING COMMUNICATION INFRASTRUCTURE ON RAILWAY TRANSPORT .....	90
<i>Kushch S.A., Kolesnyk D.M.</i> LINGUISTIC METHODS OF PROTECTION AND ANALYSIS OF DIFFERENT TYPES OF INFORMATION.....	95
<i>Nabiyev M.B.</i> CONTROL DYNAMICS OF V-BELT VARIATOR .....	98
<i>Nurungaliyev A.Kh., Bekkulina F.Zh., Zhankina A.K.</i> THERMODYNAMIC MODELLING OF HIGH-TEMPERATURE PROCESSES IN SYSTEM SI – O – C.....	102
<i>Orymbetova G.E., Sabyrkhanov D.S., Orymbetov E.M.</i> CALCULATION OF MASS TRANSFER COEFFICIENTS IN GAS AND LIQUID PHASES IN THE DEVICE WITH ROTATING FLOWS.....	107
<i>Tashmenov R.S., Orymbetova G.E., Myrkhalykov Zh.U.</i> USE OF AFTERPRODUCTS OF PROCESSING OF RICE TO GIVE RICE OIL .....	112
<i>Chetoshnikov A.A., Shishkin A.V., Chetoshnikov S.A.</i> USE OF THE HYDRA PROGRAM FOR AUTOMATION OF WATER MANAGEMENT DESIGN OF THE CASCADE OF WATERWORK FACILITIES .....	115
<i>Shipulya A.V., Skorobogatov S.M.</i> CONDITIONS FOR RESEARCH OF INFLUENCE OF SPANDREL BEAM WITHOUT CRACKS ON STRESS-STRAIN STATE OF REINFORCED CONCRETE FLOOR SLAB .....	118
<b>Agricultural sciences</b>	
<i>Abayeva K.T., Serikbayeva A.T., Kopabayeva A.A., Medelbekova A.T.</i> DEFINITION OF FACTORS OF DETERMINING RATE OF SEED HARVEST OF COMMON PINE .....	126
<i>Bakisheva Zh.S., Kukeeva A.A.</i> PROPERTY MEASUREMENT OF TISSUE SPECIMEN AT SORDID-CATARRHAL ENDOMETRITIS OF COWS.....	131
<i>Vorobyova N.V., Ulyanich E.I.</i> ASSESSMENT OF GRADES OF EARLY POTATOES IN THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE .....	134
<i>Karipov R.H.</i> SAVING CULTIVATION TECHNOLOGY OF PULSE CROPS IN THE ARID STEPPE ZONE OF THE NORTH KAZAKHSTAN.....	138

*Karipov R.H., Koshkarov N.B., Massenov K.B., Saspugaeva G.E.*  
CULTIVATION OF PEAS BY SAVING TECHNOLOGY ..... 141

*Karipov R.H., Koshkarov N.B., Massenov K.B.*  
SAVING TECHNOLOGIES TILLAGE OF SOIL ON DARKLY-CHESTNUT  
SOILS OF NORTH KAZAKHSTAN ..... 144

*Leonova E.P., Melnichenko T.V.*  
ASSESSMENT OF COMBINING ABILITY OF VARIETIES OF CARROTS  
IN THE CONDITIONS OF UKRAINE ..... 147

*Shomantayev A.A., Otarbayev B.S., Abdikerova U.B.*  
IRRIGATIONAL ASSESSMENT OF SEWAGE WATER OF KYZYLORDA  
FOR CULTIVATION OF TREE CROPS AND SHRUBBERIES ..... 151

### Earth sciences

*Massenov K.B.*  
SOME OF THE ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE CASPIAN SEA ..... 157

*Panchenko A.V.*  
SIMULATION OF DEFORMATION BENCH CAREER WITH DIFFERENT  
ROCK CHARACTERISTICS AND GEOMETRY PLAN ..... 160

## СОДЕРЖАНИЕ

**Физико-математические науки**

<i>Абдикаликова Г.А.</i> КОРРЕКТНАЯ РАЗРЕШИМОСТЬ НЕЛОКАЛЬНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОДНОГО КЛАССА УРАВНЕНИЙ.....	10
<i>Абеева А.А.</i> РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ УРАВНЕНИЯ ГЕЛЬФАНДА-ЛЕВИТАНА МЕТОДОМ УСТАНОВЛЕНИЯ .....	15
<i>Галуцкий В.В., Кузора В.Ф., Строганова Е.В., Шмаргилов С.А., Яковенко Н.А.</i> МОДЕЛЬ ОПТИЧЕСКИХ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ RPLN-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ИЗ ГРАДИЕНТНОГО НИОБАТА ЛИТИЯ.....	18
<i>Джарова С.А.</i> ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С ОБРАТНЫМ ВРЕМЕНЕМ (РЕТРОСПЕКТИВНАЯ) .....	23
<i>Маматов Т.Ю.</i> СМЕШАННЫЕ ДРОБНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ОПЕРАТОРЫ В ПРОСТРАНСТВАХ ГЕЛЬДЕРА .....	30
<i>Потапов А.А.</i> МОЛЕКУЛЯРНОЕ СТРОЕНИЕ МЕТАЛЛОВ.....	36

**Биологические науки**

<i>Марчик Л.А., Мартыненко О.С., Невматуллина А.Ш., Тинюков А.Б.</i> КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЯ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ .....	42
<i>Москатова А.К.</i> ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ КОНСТИТУЦИЯ КАК ФУНДАМЕНТ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА .....	47
<i>Пасичник Л.А., Савенко Е.А., Буценко Л.Н., Патыка В.Ф., Калининко А.В.</i> PSEUDOMONAS SYRINGAE В АГРОФИТОЦЕНОЗЕ ПШЕНИЦЫ .....	52
<i>Хлущевская О.А., Химич Г.З.</i> ЭМБРИОТОКСИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ СВИНЦА НА РЕПРОДУКТИВНУЮ ФУНКЦИЮ ЖИВОТНЫХ .....	57
<i>Якичев В.И.</i> О МЕХАНИЗМЕ ПЛАВЛЕНИЯ ЛЬДА.....	62
<i>Якичев В.И.</i> НОВАЯ МОДЕЛЬ НЕДОСТАЮЩЕГО ЗВЕНА В ТЕОРИИ СОКРАЩЕНИЯ ПОПЕРЕЧНО-ПОЛОСАТЫХ МЫШЦ .....	65
<i>Якичев В.И.</i> К ВОПРОСУ О ПРЕВРАЩЕНИИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В МЕХАНИЧЕСКУЮ ПРИ РАБОТЕ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ.....	68

## Технические науки

<i>Азберген М.И., Инкарбеков Н.О., Шокимова Ж.К.</i> ПЛОСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ГРУНТОВ И ЕЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ .....	71
<i>Баяк О.В.</i> ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ .....	75
<i>Гулевский В.А., Головинов П.С., Черничкин Е.Е., Кидалов Н.А., Антипов В.И., Колмаков А.Г., Виноградов Л.В.</i> ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТОВ ТИПА УГЛЕГРАФИТ – СПЛАВ АЛЮМИНИЯ .....	79
<i>Жузбаев С.С., Баенова Г.М.</i> СОЗДАНИЕ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ .....	83
<i>Ивель В.П., Герасимова Ю.В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO MEGA 2560 ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВУХДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ ВРАЩЕНИЕМ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ОБЪЕКТОВ .....	86
<i>Иманкул М.Н., Шапауов К.</i> К ВОПРОСУ ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ .....	90
<i>Куц С.А., Колесник Д.М.</i> ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ .....	95
<i>Набиев М.Б.</i> ДИНАМИКА УПРАВЛЕНИЯ КЛИНОРЕМЕННОГО ВАРИАТОРА .....	98
<i>Нурумгалиев А.Х., Беккулина Ф.Ж., Жанкина А.К.</i> ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ SI – O – C .....	102
<i>Орымбетова Г.Э., Сабырханов Д.С., Орымбетов Э.М.</i> РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ МАССООТДАЧИ В ГАЗОВОЙ И ЖИДКОЙ ФАЗАХ В АППАРАТЕ С ВРАЩАЮЩИМИСЯ ПОТОКАМИ .....	107
<i>Ташменов Р.С., Орымбетова Г.Э., Мырхалыков Ж.У.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ РИСА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РИСОВОГО МАСЛА .....	112
<i>Четошников А.А., Шишкин А.В., Четошников С.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ «ГИДРО» ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСЧЕТОВ КАСКАДА ГИДРОУЗЛОВ .....	115
<i>Шипуля А.В., Скоробогатов С.М.</i> ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ОБВЯЗОЧНОЙ БАЛКИ БЕЗ ТРЕЩИН НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ .....	118

## Сельскохозяйственные науки

<i>Абаева К.Т., Серикбаева А.Т., Конабаева А.А., Медельбекова А.Т.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРОВ ОБУСЛАВЛИВАЮЩИХ ВЕЛИЧИНУ УРОЖАЕВ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ .....	126
---	-----



<i>Бакишева Ж.С., Кукеева А.А.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ ТКАНЕВЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ГНОЙНО-КАТАРАЛЬНОМ ЭНДОМЕТРИТЕ КОРОВ .....	131
<i>Воробьева Н.В., Ульянич Е.И.</i> ОЦЕНКА СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ РАННЕСПЕЛОГО В ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ .....	134
<i>Карипов Р.Х.</i> СБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА .....	138
<i>Карипов Р.Х., Кошкаров Н.Б., Масенов К.Б., Саспугаева Г.Е.</i> СБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОРОХА .....	141
<i>Карипов Р.Х., Кошкаров Н.Б., Масенов К.Б.</i> ПРИМЕНЕНИЕ СБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА .....	144
<i>Леонова Е.П., Мельниченко Т.В.</i> ОЦЕНКА КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ МОРКОВИ В УСЛОВИЯХ УКРАИНЫ .....	147
<i>Шомантаев А.А., Отарбаев Б.С., Абдикерова У.Б.</i> ИРРИГАЦИОННАЯ ОЦЕНКА СТОЧНЫХ ВОД Г. КЫЗЫЛОРДА ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ КУЛЬТУР И КУСТАРНИКОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ .....	151

### **Науки о земле**

<i>Масенов К.Б.</i> НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ КАСПИЙСКОГО МОРЯ .....	157
<i>Панченко А.В.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ БОРТА КАРЬЕРА С РАЗНЫМИ СВОЙСТВАМИ ГОРНЫХ ПОРОД И ГЕОМЕТРИЕЙ В ПЛАНЕ .....	160

УДК 517.95

### КОРРЕКТНАЯ РАЗРЕШИМОСТЬ НЕЛОКАЛЬНОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОДНОГО КЛАССА УРАВНЕНИЙ

Г.А. Абдикаликова, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры фундаментальной и прикладной математики  
Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова, Казахстан

**Аннотация.** Исследуется краевая задача с нелокальными условиями для системы уравнений в частных производных второго порядка. Методом параметризации установлены коэффициентные достаточные условия корректной разрешимости рассматриваемой задачи в терминах исходных данных. Предложен алгоритм нахождения решения.

**Ключевые слова:** краевая задача, нелокальное условие, метод параметризации, корректность, разрешимость.

На  $\bar{\Omega} = \{(x, t) : t \leq x \leq t + \omega, 0 \leq t \leq T\}, T > 0, \omega > 0$  рассмотрим нелокальную краевую задачу для системы уравнений в частных производных

$$D \left[ \frac{\partial}{\partial x} u \right] = A(x, t) \frac{\partial u}{\partial x} + S(x, t) u + f(x, t), \quad (1)$$

$$B(x) \frac{\partial u}{\partial x}(x, 0) + C(x) \frac{\partial u}{\partial x}(x + T, T) = d(x), \quad x \in [0, \omega], \quad (2)$$

$$u(t, t) = \Psi_1(t), \quad t \in [0, T], \quad (3)$$

$$Du(t, t) = \Psi_2(t), \quad t \in [0, T]. \quad (4)$$

Здесь  $u \in R^n$ ,  $D = \frac{\partial}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}$ ,  $(n \times n)$ -матрицы  $A(x, t)$ ,  $S(x, t)$  и  $n$ -вектор-функция  $f(x, t)$  непрерывны по  $x$  и  $t$  на  $\bar{\Omega}$ ;  $(n \times n)$ -матрицы  $B(x)$ ,  $C(x)$  и  $n$ -вектор-функция  $d(x)$  непрерывны на  $[0, \omega]$ ; функция  $\Psi_1(t)$  непрерывно дифференцируемая и  $\Psi_2(t)$  непрерывная функция на  $[0, T]$ .

Обозначим через  $C(\bar{\Omega}, R^n)$  пространство непрерывных по  $x$  и  $t$  функций  $u : \bar{\Omega} \rightarrow R^n$  с нормой

$$\|u\|_0 = \max_{(x, t) \in \bar{\Omega}} \|u(x, t)\|,$$

$$\|A\| = \max_{(x, t) \in \bar{\Omega}} \|A(x, t)\| = \max_{(x, t) \in \bar{\Omega}} \max_{i=1, n} \sum_{j=1}^n |a_{ij}(x, t)|,$$

$$\|d\|_1 = \max_{x \in [0, \omega]} \|d(x)\|, \|\Psi_i\|_2 = \max_{t \in [0, T]} \|\Psi_i(t)\|, \quad i = 1, 2.$$

Целью работы является нахождение коэффициентных достаточных условий корректной разрешимости задачи (1)-(4).

В теории краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных значительный интерес представляют задачи с нелокальными ограничениями. Отметим работы [3], [5], где можно найти подробный обзор и библиографию по этим задачам. Для исследования краевых задач систем гиперболических уравне-

ний со смешанной производной в [2] предложен метод введения функциональных параметров, являющегося обобщением метода параметризации [4], разработанного для решения краевых задач обыкновенных дифференциальных уравнений.

Следуя [1] введем новые неизвестные функции  $v(x, t) = \frac{\partial u}{\partial x}(x, t)$ ,  $w(x, t) = Du$  и тогда задача (1)-(4)

сводится к эквивалентной задаче для системы гиперболических уравнений первого порядка

$$Dv = A(x, t)v + S(x, t)u + f(x, t), \quad (x, t) \in \bar{\Omega}, \quad (5)$$

$$B(x)v(x, 0) + C(x)v(x + T, T) = d(x), \quad x \in [0, \omega], \quad (6)$$

$$u(x, t) = \Psi_1(t) + \int_t^x v(\eta, t) d\eta, \quad t \in [0, T], \quad (7)$$

$$w(x, t) = \Psi_2(t) + \int_t^x Dv(\eta, t) d\eta, \quad t \in [0, T]. \quad (8)$$

Если непрерывная функция  $u(x, t)$  известна, то решая двухточечную краевую задачу (5)-(6), находим  $v(x, t)$ . Если непрерывная функция  $v(x, t)$  является известной, то из (7)-(8) определим функции  $u(x, t)$  и  $w(x, t)$ .

Если функция  $u(x, t)$  является решением задачи (1)-(4), то тройка непрерывных функции  $(v(x, t), u(x, t), w(x, t))$  - решение задачи (5)-(8), где  $v(x, t) = \frac{\partial u}{\partial x}$ ,  $w(x, t) = Du$  и, наоборот, если  $(v(x, t), u(x, t), w(x, t))$  - решение задачи (5)-(8), то из (7) следует, что функция  $u(x, t)$  удовлетворяет условию (3) и имеет непрерывные производные  $\frac{\partial u}{\partial x}$ ,  $\frac{\partial u}{\partial t}$  и  $D\left[\frac{\partial u}{\partial x}\right]$ . Подставив  $v(x, t) = \frac{\partial u}{\partial x}$  в (5)-(6) и учитывая (7)-(8),  $w(x, t) = Du$  имеем, что функция  $u(x, t)$  удовлетворяет уравнению (1) и условиям (2)-(4) при всех  $(x, t) \in \bar{\Omega}$ ,  $x \in [0, \omega]$ ,  $t \in [0, T]$ , то есть функция  $u(x, t)$  - решение нелокальной краевой задачи (1)-(4).

Тройка непрерывных на  $\bar{\Omega}$  функций  $(v(x, t), u(x, t), w(x, t))$  называется решением краевой задачи для уравнения (5) при условиях (6)-(8) в широком смысле по Фридрихсу [6], если функция  $v(x, t)$  непрерывно дифференцируема по переменной  $t$  вдоль характеристики и удовлетворяет семейству обыкновенных дифференциальных уравнений, условию (6), где функция  $v(x, t)$  с функциями  $u(x, t)$  и  $w(x, t)$  связана соотношениями (7)-(8).

Нелокальную краевую задачу (5)-(8) для системы уравнений с одинаковой главной частью по Куранту, сводим к семейству обыкновенных дифференциальных уравнений на  $\bar{H} = \{(\xi, \tau): 0 \leq \xi \leq \omega, 0 \leq \tau \leq T\}$ ,  $T > 0, \omega > 0$ :

$$\frac{\partial \tilde{v}}{\partial \tau} = \tilde{A}(\xi, \tau)\tilde{v} + \tilde{S}(\xi, \tau)\tilde{u}(\xi, \tau) + \tilde{f}(\xi, \tau), \quad \tau \in [0, T], \quad (9)$$

с граничным условием

$$\tilde{B}(\xi)\tilde{v}(\xi, 0) + \tilde{C}(\xi)\tilde{v}(\xi, T) = \tilde{d}(\xi), \quad \xi \in [0, \omega], \quad (10)$$

функциональными соотношениями

$$\tilde{u}(\xi, \tau) = \Psi_1(\tau) + \int_{\tau}^{\xi+\tau} \tilde{v}(\zeta, \tau) d\zeta, \quad \tau \in [0, T], \quad (11)$$

$$\tilde{w}(\xi, \tau) = \Psi_2(\tau) + \int_{\tau}^{\xi+\tau} \frac{\partial \tilde{v}}{\partial \tau}(\zeta, \tau) d\zeta, \quad \tau \in [0, T], \quad (12)$$

где  $\tilde{v}(\xi, \tau) = v(\xi + \tau, \tau)$ ,  $\tilde{A}(\xi, \tau) = A(\xi + \tau, \tau)$ ,  $\tilde{S}(\xi, \tau) = S(\xi + \tau, \tau)$ ,  $\tilde{f}(\xi, \tau) = f(\xi + \tau, \tau)$ ,  
 $\tilde{w}(\xi, \tau) = w(\xi + \tau, \tau)$ ,  $\tilde{u}(\xi, \tau) = u(\xi + \tau, \tau)$ ;  $(n \times n)$  – матрицы  $\tilde{A}(\xi, \tau)$ ,  $\tilde{S}(\xi, \tau)$  и  $n$  – вектор-функция  
 $\tilde{f}(\xi, \tau)$  непрерывны по  $\xi$  и  $\tau$  на  $\bar{H}$ ;  $\tilde{B}(\xi)$ ,  $\tilde{C}(\xi)$  –  $(n \times n)$ – матрицы и  $n$  – вектор – функция  $\tilde{d}(\xi)$  – не-  
 прерывны на  $[0, \omega]$ ; функция  $\Psi_1(\tau)$  непрерывна и  $\Psi_2(\tau)$  непрерывно дифференцируема на  $[0, T]$ .

Через  $C(\bar{H}, R^n)$  обозначим пространство непрерывных по  $\xi$  и  $\tau$  функций  $\tilde{v} : \bar{H} \rightarrow R^n$  с нормой  
 $\|\tilde{v}\|_0 = \max_{\xi \in [0, \omega]} \max_{\tau \in [0, T]} \|\tilde{v}(\xi, \tau)\|$ .

Непрерывная функция  $\tilde{v}(\xi, \tau)$  называется решением краевой задачи (9)-(12) при известных непрерыв-  
 ных функциях  $\tilde{u}(\xi, \tau)$  и  $\tilde{w}(\xi, \tau)$ , если функция  $\tilde{v}(\xi, \tau) \in C(\bar{H}, R^n)$  имеет непрерывную производную по  
 переменной  $\tau$  и удовлетворяет семейству обыкновенных дифференциальных уравнений (9), краевому условию  
 (10) при всех  $(\xi, \tau) \in \bar{H}$ ,  $\xi \in [0, \omega]$ , где функции  $\tilde{u}(\xi, \tau)$  и  $\tilde{w}(\xi, \tau)$  связаны с функцией  $\tilde{v}(\xi, \tau)$  функцио-  
 нальными соотношениями (11)-(12).

Непрерывная на  $\bar{\Omega}$  функция  $u(x, t) = \tilde{u}(x - t, t)$  называется решением краевой задачи для системы  
 уравнения (1) с условиями (2)-(4) в широком смысле.

Для нахождения решения задачи (9)-(12) предложен алгоритм.

Шаг 0: В (9) принимая  $\tilde{u}(\xi, \tau) = \Psi_1(\tau)$ , решив двухточечную краевую задачу (9)-(10), определим

начальное приближение  $\tilde{v}^{(0)}(\xi, \tau)$ . Используя  $\tilde{v}(\xi, \tau) = \tilde{v}^{(0)}(\xi, \tau)$ ,  $\frac{\partial \tilde{v}}{\partial \tau} = \frac{\partial \tilde{v}^{(0)}}{\partial \tau}$  из соотношений (11)-(12)  
 находим  $\tilde{u}^{(0)}(\xi, \tau)$  и  $\tilde{w}^{(0)}(\xi, \tau)$ , соответственно.

Шаг 1: Взяв в правой части (9)  $\tilde{u}(\xi, \tau) = \tilde{u}^{(0)}(\xi, \tau)$ , решая краевую задачу (9)-(10), определим при-  
 ближение  $\tilde{v}^{(1)}(\xi, \tau)$ . Подставляя в (11)-(12) найденную функцию  $\tilde{v}^{(1)}(\xi, \tau)$  и  $\frac{\partial \tilde{v}^{(1)}}{\partial \tau}(\xi, \tau)$ , находим  $\tilde{u}^{(1)}(\xi, \tau)$   
 и  $\tilde{w}^{(1)}(\xi, \tau)$ . И т.д.

Продолжив этот процесс, на  $k$ -ом шаге получим  $(\tilde{v}^{(k)}(\xi, \tau), \tilde{u}^{(k)}(\xi, \tau), \tilde{w}^{(k)}(\xi, \tau))$ .

На каждом шаге предложенного алгоритма применяем метод параметризации для нахождения реше-  
 ния двухточечной краевой задачи.

Одним из основных условий однозначной разрешимости поставленной задачи является обратимость  
 матрицы  $Q_\nu(\xi, h)$ ,  $h > 0 : Nh = T$ ,  $\nu, \nu = 1, 2, \dots$ , составленная из сумм повторных интегралов по перемен-  
 ной  $\tau$  длины  $h$  от коэффициентной матрицы системы и матриц граничного условия

$$Q_\nu(\xi, h) = \begin{bmatrix} h\tilde{B}(\xi) & 0 & 0 & \dots & 0 & h\tilde{C}(\xi)(I + L_{\nu N}(\xi, h)) \\ I + L_{\nu 1}(\xi, h) & -I & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & I + L_{\nu 2}(\xi, h) & -I & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & I + L_{\nu N-1}(\xi, h) & -I \end{bmatrix},$$

$I$  – единичная матрица размерности  $n$ ,

$$L_{\nu r}(\xi, h) = \int_{(r-1)h}^{rh} \tilde{A}(\xi, \tau_1) d\tau_1 + \int_{(r-1)h}^{rh} \tilde{A}(\xi, \tau_1) \int_{(r-1)h}^{\tau_1} \tilde{A}(\xi, \tau_2) d\tau_2 d\tau_1 + \dots + \\ + \int_{(r-1)h}^{rh} \tilde{A}(\xi, \tau_1) \dots \int_{(r-1)h}^{\tau_{\nu-1}} \tilde{A}(\xi, \tau_\nu) d\tau_\nu \dots d\tau_1.$$

**Теорема 1.** Пусть при некоторых  $h > 0: Nh = T$ , и  $v, v = 1, 2, \dots, (nN \times nN)$  – матрица  $Q_v(\xi, h)$  обратима при всех  $\xi \in [0, \omega]$  и выполняются неравенства:

$$a) \| [Q_v(\xi, h)]^{-1} \| \leq \gamma_v(h);$$

$$b) q_v(\xi, h) = \gamma_v(h) \max \left\{ 1, h \| \tilde{C}(\xi) \| \left[ e^{\alpha(\xi)h} - 1 - \alpha(\xi)h - \dots - \frac{(\alpha(\xi)h)^v}{v!} \right] \right\} \leq \sigma < 1,$$

$$\text{где } \alpha(\xi) = \max_{\tau \in [0, T]} \| \tilde{A}(\xi, \tau) \|, \sigma = \text{const}.$$

Тогда последовательные приближения  $(\tilde{v}^{(k)}(\xi, \tau), \tilde{u}^{(k)}(\xi, \tau), \tilde{w}^{(k)}(\xi, \tau))$  равномерно сходятся к  $(\tilde{v}^*(\xi, \tau), \tilde{u}^*(\xi, \tau), \tilde{w}^*(\xi, \tau)) \in C(\bar{H}, R^n)$  – единственному решению задачи (9)-(12).

При доказательстве теоремы используется схема доказательства теоремы [4, с.54], [1] и указанный алгоритм нахождения решения краевой задачи (9)-(12).

**Теорема 2.** Пусть выполнены условия теоремы 1. Тогда нелокальная краевая задача (1)-(4) имеет единственное решение  $u^*(x, t) \in C(\bar{\Omega}, R^n)$ .

Из теоремы 1 вытекает, что задача (9)-(12) однозначно разрешима. Так как задача (9)-(12) эквивалентна задаче (5)-(8), а задача (5)-(8) эквивалентна задаче (1)-(4), то получим, что задача (1)-(4) имеет единственное решение  $u^*(x, t) \in C(\bar{\Omega}, R^n)$ .

Отметим, что при фиксированной функции  $\tilde{u}(\xi, \tau)$  задача (9)-(10) является семейством двухточечных краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\frac{\partial \tilde{v}}{\partial \tau} = \tilde{A}(\xi, \tau) \tilde{v} + \tilde{G}(\xi, \tau), \quad \tau \in [0, T] \tag{13}$$

с граничным условием (10).

К семейству линейных двухточечных краевых задач (13), (10) применяется метод параметризации.

**Определение.** Двухточечная краевая задача (13), (10) называется корректно разрешимой, если для любых  $\tilde{G}(\xi, \tau)$  и  $\tilde{d}(\xi)$  она имеет единственное решение  $\tilde{v}(\xi, \tau) \in C(\bar{H}, R^n)$  и для него имеет место оценка

$$\max_{\tau \in [0, T]} \| \tilde{v}(\xi, \tau) \| \leq K(\xi) \max \left( \| \tilde{d} \|_1, \max_{\tau \in [0, T]} \| \tilde{G}(\xi, \tau) \| \right),$$

где  $K(\xi)$  – непрерывная на  $[0, \omega]$  функция не зависящая от  $\tilde{G}(\xi, \tau)$ ,  $\tilde{d}(\xi)$ .

**Определение.** Краевая задача (1)-(4) называется корректно разрешимой в широком смысле, если для любых  $f(x, t)$ ,  $d(x)$ ,  $\Psi_1(t)$  и  $\Psi_2(t)$  она имеет единственное решение  $u^*(x, t) \in C(\bar{\Omega}, R^n)$  и для него справедлива оценка

$$\max \left( \| u \|_0, \left\| \frac{\partial u}{\partial x} \right\|_0 \right) \leq K \max \left( \| f \|_0, \| d \|_1, \| \Psi_1 \|_2, \| \Psi_2 \|_2 \right),$$

где  $K = \text{const}$  не зависит от  $f(x, t)$ ,  $d(x)$ ,  $\Psi_1(t)$  и  $\Psi_2(t)$ .

**Теорема 3.** Если краевая задача (1)-(4) для любых функций  $f(x, t)$ ,  $d(x)$ ,  $\Psi_1(t)$  и  $\Psi_2(t)$  имеет единственное решение, то она корректно разрешима.

Если построенное решение в широком смысле непрерывно дифференцируемо по  $x$  и  $t$ , то функция  $u(x, t)$ , обладающая непрерывными частными производными  $\frac{\partial u}{\partial t}$ ,  $\frac{\partial u}{\partial x}$ ,  $D \left[ \frac{\partial u}{\partial x} \right]$ , удовлетворяющая уравнению

(1) при всех  $(x, t) \in \bar{\Omega}$  с условиями (2)-(4) является и классическим решением краевой задачи (1)-(4).

Работа выполнена по гранту № 0113РК00686 МОН РК.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Абдикаликова, Г.А. О разрешимости одной нелокальной краевой задачи // Математический журнал. – 2005. – Т.5. – № 3(17). – С. 5-10.
2. Асанова, А.Т., Джумабаев, Д.С. Корректная разрешимость нелокальных краевых задач для систем гиперболических уравнений // Дифференциальные уравнения. – 2005. – Т.41. – № 3. – С. 337-346.
3. Врагов, В.Н. Краевые задачи для неклассических уравнений математической физики: учеб. пособие. – Новосибирск : НГУ, 1983. – 84 с.
4. Джумабаев, Д.С. Признаки однозначной разрешимости линейной краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения // Журн. вычисл. математики и мат. физики. – 1989. – Т.29. – № 1. – С. 50-66.
5. Нахушев, А.М. Задачи со смещением для уравнений в частных производных. – М. : Наука, 2006. – 287 с.
6. Рождественский, Б.Л., Яненко, Н.Н. Системы квазилинейных уравнений и их приложения к газовой динамике. – М. : Наука, 1968. – 592 с.

*Материал поступил в редакцию 25.03.14.*

**PROPER RESOLVABILITY OF NONLOCAL BOUNDARY VALUE PROBLEM  
FOR ONE CLASS OF EQUATIONS**

**G.A. Abdikalikova**, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of Fundamental and Applied Mathematics Department  
K. Zhubanov Aktobe Regional State University, Kazakhstan

***Abstract.** The boundary value problem with nonlocal conditions for partial differential system of the second order is investigated. Using the method of parameterization the coefficient sufficient conditions of proper resolvability of a considered problem in terms of basic data were defined. The algorithm of determining solutions is offered.*

***Keywords:** boundary value problem, nonlocal conditions, parameterization method, proper, resolvability.*

УДК 519.6

## РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ УРАВНЕНИЯ ГЕЛЬФАНДА-ЛЕВИТАНА МЕТОДОМ УСТАНОВЛЕНИЯ

А.А. Абеева, магистр математики, преподаватель кафедры «Математика и прикладная механика»  
Кызылординский Государственный университет имени Коркыт Ата, Казахстан

*Аннотация.* В данной работе рассмотрены методы регуляризации уравнения Гельфанда-Левитана: 1. Метод простой итераций; 2. Метод установления. Приведены результаты численных расчётов для интегрального уравнения Гельфанда-Левитана первого рода.

*Ключевые слова:* функционал, оператор, некорректный, сходимость, дифференциальные уравнения.

Дано уравнение

$$Aq = g, \quad q \in Q, \quad g \in G, \quad (1)$$

где  $A: Q \rightarrow G$  – непрерывный оператор;  $Q, G$  – гильбертовы пространства.

Будем рассматривать функционал

$$J(q) = \langle Aq - g, Aq - g \rangle$$

Градиент  $J'(q)$  функционала  $J(q)$  определяется по формуле:

$$J'(q) = 2A^*(Aq - g).$$

Так как написано выше в уравнении неизвестная функция  $q(t)$ . Для определения эту функцию применим метод простой итераций:  $\alpha(0, 1/\|A\|^2)$

$$q_{n+1} = q_n - \alpha A^*(Aq_n - g) \quad (2)$$

и метод установления: берется некоторое значение решения этого дифференциального уравнения

$$\frac{dq(t)}{dt} = -A_n^*(A_n q(t) - g_\delta) \equiv -J'q(t)$$

Как известно

$$Aq := \int_x^{-x} f(t-s)q(s) ds.$$

Теперь найдем  $A^*(Aq - g)$  в следующем виде:

$$(Aq - g) = \int_{-x}^x f(t-s)q(s)ds - g(t);$$

$$A^*(Aq - g) = \int_{-x}^x f(t-s) \left[ \int_{-x}^x f(t-s)q(s)ds - g(t) \right] dt$$

Итерационная регуляризация заключается в том, чтобы по имеющейся априорной информации, в частности о погрешности исходных данных  $\sigma$ , выбрать из всей последовательности некоторое приближение, достаточно близкое к решению уравнения (1). Другими словами, для принципиальной применимости любого итерационного метода, в частности градиентного, к решению некорректных задач он должен порождать регуляризующее семейство операторов, в котором параметром регуляризации является номер итерации. Необходимым для этого условием является, очевидно, сходимость при точных исходных данных.

#### Сходимость метода простой итерации при точных исходных данных

Пусть  $A$  – линейный непрерывный оператор и уравнение (1) совместно, но, возможно, имеет неединственное решение. Обозначим через  $Q_g$  множество решений уравнения (1). Будем называть решение  $q^0 \in Q_g$ , имеющее наименьшее отклонение от некоторого элемента  $q_0 \in Q_g$ , нормальным (относительно  $q_0$ ):  $q^0 = \operatorname{argmin} \|q - q_0\|_Q$ . Для корректных задач любая последовательность, минимизирующая функционал невязки, будет сходиться к решению уравнения (1). Для некорректных задач это не так, и здесь нужно дополнительное исследование. Перейдем к доказательству сходимости градиентных методов, когда  $A$  не имеет

ограниченного обратного, при точном задании оператора  $A$  и правой части  $g$ . Начнем с метода простой итерации.

**Лемма 1.** Последовательность приближений (2) обладает следующими свойствами:

- а)  $\Delta_n^2 - \Delta_{n+1}^2 = 2\alpha \|J'q_n\|^2 - \alpha^2 \|AJ'q_n\|^2$ ,  
 б)  $\|q_n - \bar{q}\|^2 - \|q_{n+1} - \bar{q}\|^2 = 2\alpha \Delta_n^2 - \alpha^2 \|J'q_n\|^2$ ,  
 в)  $\|v_n\|^2 - \|v_{n+1}\|^2 = 2\alpha (\|q_n - \bar{q}\|^2 + (\bar{q} - q, q - q)) - \alpha^2 \Delta_n^2$   
 где  $\bar{q} \in Q_g$  – любое решение уравнения (1).  $A^*v_n = q_n - q_0$ .

**Доказательство.**

$$\Delta_n^2 - \Delta_{n+1}^2 = \Delta_n^2 - \|Aq_n - g - \alpha AJ'q_n\|^2 = 2\alpha (Aq_n - g, AJ'q_n) - \alpha^2 \|AJ'q_n\|^2 = 2\alpha \|J'q_n\|^2 - \alpha^2 \|AJ'q_n\|^2$$

Аналогично доказывается б). Относительно в) заметим, что  $A^*v_{n+1} = A^*v_n q_n - \alpha J'q_n$ , следовательно,  $v_{n+1} = v_n - \alpha(Aq_n - g), v_n = 0$ .

Тогда

$$\|v_n\|^2 - \|v_{n+1}\|^2 = \|v_n\|^2 - \|v_n\|^2 + 2\alpha (v_n, q - g) - \alpha^2 \|Aq_n - g\|^2 = 2\alpha (A^*v_n, q - \bar{q}) - \alpha^2 \Delta_n^2 = 2\alpha (\|q_n - \bar{q}\|^2 + (\bar{q} - q_0, q - q_0)) - \alpha^2 \Delta_n^2$$

### Регуляризация метода установления

Метод установления заключается в том, что в качестве приближенного решения уравнения (1) берется некоторое значение решения дифференциального уравнения

$$\frac{dq(t)}{dt} = -A_h^*(A_h q(t) - g_\delta) \equiv -J'q(t), \quad q(0) = q_0. \quad (3)$$

Метод установления сходится при точных исходных данных к решениям уравнения (1) и порождает регуляризующее семейство операторов с параметром регуляризации  $t$ .

Метод установления очень близок к методу простой итерации, который по существу является дискретной аппроксимацией метода установления.

Поэтому его исследование можно проводить по той же схеме, что и для метода простой итерации.

Итак, мы рассмотрим уравнения Гельфанда-Левитана 1-го рода:

$$Aq(t) =: \int_{-x}^x f(t-s)q(s)ds = g(t).$$

где  $q(t)$  – неизвестная функция,  $f(t-s)$  – ядро интегрального уравнения,

$g(t)$  – некоторая известная функция, которая называется *правой частью уравнения*.

Для проведения численных расчетов решения уравнения

$$Aq(t) =: \int_{-x}^x f(t-s)q(s)ds = g(t), \quad (0 \leq x \leq \pi)$$

на отрезке  $(-x, x)$  вводилась равномерная сетка с шагом  $h = \frac{x}{N}$ . Интеграл в левой части уравнения приближался по формуле трапеций:

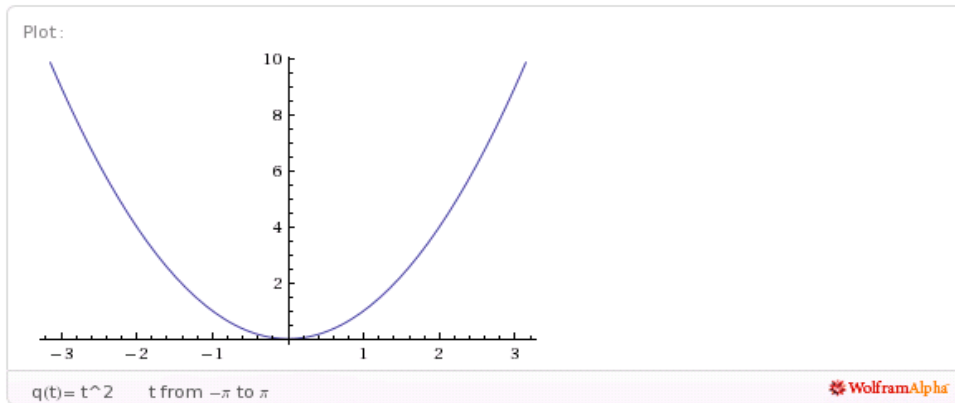
$$\int_{ih}^{(i+1)h} f(t)dt = h \frac{f(ih) + f(i+1)h}{2}$$

Таким образом, решение задачи сводилось к решению системы линейных алгебраических уравнений  $Ay = b$ , где  $A - (2N+1) \times (2N+1)$  матрица.

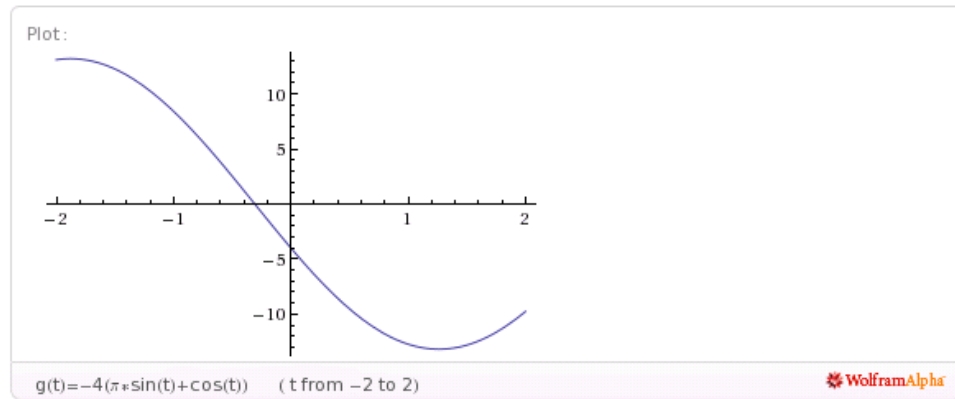
Расчёты проводились для ядра  $f(t-s) = \sin(t-s)$  и пробная решения  $q(t)$ . Затем путем решения прямой задачи вычислялись данные обратной задачи  $g(t)$  и  $q_0 = 0$ .



1. Выбиралась пробная функция  $q(t) = t^2$



2. Для неё считалась правая часть  $g(t)$ :



По функции  $g(t)$  строилась матрица  $A$  системы линейных уравнений вида

$Aq = g$ . Затем для функций  $q$  вычислялась правая часть  $g$ . Таким образом, рассматривалось только решение самого уравнения Гельфанда- Левитана.

3. Затем забывая про  $q(s)$ , решается обратная задача методом простой итераций:  $\alpha \in (0, 1/\|A\|^2)$

$$q_{n+1} = q_n - \alpha A^*(Aq_n - g)$$

начальное приближение:

$$q_0(s) = 0 \Rightarrow Aq_0 = 0,$$

и методом установления.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кабанихин, С.И. Обратные и некорректные задачи. // – Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2008.
2. Алифанов, О.М., Артюхин, Е.А., Румянцев, С.В. Экстремальные методы решение некорректных задач. – Москва: «Наука», 1988.

Материал поступил в редакцию 27.03.14.

### REGULARIZATION OF THE EQUATION OF GELFAND-LEVITAN BY THE RELAXATION METHOD

**A.A. Abeevea**, Master of Mathematics, Teacher of Mathematics and Applied Mechanics Department  
Korkyt Ata Kyzylorda State University, Kazakhstan

**Abstract.** The methods of regularization of the equation of Gelfand-Levitan: 1. Fixed point iteration method; 2. Relaxation method are considered in the article. Results of numerical calculations for Gelfand-Levitan integrated equation of the first kind are given.

**Keywords:** functionality, operator, improper, convergence, differential equations.

УДК 548.52

## МОДЕЛЬ ОПТИЧЕСКИХ ЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ PPLN-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ИЗ ГРАДИЕНТНОГО НИОБАТА ЛИТИЯ\*

В.В. Галуцкий<sup>1</sup>, В.Ф. Кузора<sup>2</sup>, Е.В. Строганова<sup>3</sup>, С.А. Шмаргилов<sup>4</sup>, Н.А. Яковенко<sup>5</sup>

<sup>1,3</sup> кандидат физико-математических наук, доцент кафедры оптоэлектроники,  
<sup>2,4</sup> аспирант кафедры оптоэлектроники, <sup>5</sup> доктор технических наук, профессор кафедры оптоэлектроники  
Кубанский государственный университет (Краснодар), Россия

***Аннотация.** В работе проведены исследования влияния профилей показателя преломления на эффективность реализации логических элементов на градиентных PPLN-преобразователях из ниобата лития. Полоса пропускания градиентных преобразователей при снижении эффективности реализации логических функций по сравнению с идеализированным нулевым рассогласованием групповых скоростей входных каналов становится шире. Получены макеты PPLN-преобразователей из градиентных кристаллов ниобата лития.*

***Ключевые слова:** логические элементы, оптический преобразователь, ниобат лития.*

**Введение.** В настоящее время поиск методов построения систем обработки и преобразования информации ведется по нескольким направлениям, связанным с созданием оптических логических элементов и оптоэлектронных процессоров пассивного и активного действия, связанных с многоуровневым преобразованием информации в лазерных устройствах. Одним из перспективных устройств, позволяющим реализовать функции нескольких типов оптических логических вентилей являются так называемые PPLN-структуры, реализующие функции четырехволнового смешения. PPLN-структуры – это созданная в нелинейном кристалле ниобата лития периодически поляризованная структура, в которой осуществляется чередование доменов, с ориентацией осей поляризации соседних областей относительно друг друга под углом  $180^\circ$ .

Принцип реализации оптических логических элементов с помощью PPLN-преобразователя с волноводным каналом представлен на рис.1. Два независимых потока данных в виде амплитудно модулированной интенсивности света на длинах волн  $\lambda_{SA}$  и  $\lambda_{SB}$  поступают на входы А и В соответственно. Далее они вместе с непрерывной оптической накачкой на длине волны  $\lambda_p$  вводятся в PPLN-волновод, в котором реализуются нелинейные оптические взаимодействия по генерации суммарной и разностной частот в условиях квазисинхронизма. Выходы  $Y_1$  и  $Y_2$  – это выходные сигналы из PPLN-преобразователя на длинах волн  $\lambda_{SA}$  и  $\lambda_{SB}$ , соответственно. В процессах генерации суммарной и разностной частоты (SFG-DFG процессах, соответственно), SFG взаимодействие конвертирует один фотон входного канала А на длине волны  $\lambda_{SA}$  и другой фотон входного канала В на длине волны  $\lambda_{SB}$  в фотон суммарной частоты на длине волны  $\lambda_{SF}$  (Выход  $Y_3$ ). Фотон суммарной частоты одновременно через процесс генерации разностной частоты (DFG) при взаимодействии с фотоном накачки на длине волны  $\lambda_p$  преобразуется в фотон холостой волны на длине волны  $\lambda_i$ , поступающий на выход  $Y_4$  (рис. 1).

Однако, величина рассогласования при SFG-DFG процессах является постоянной только тогда, когда состав кристалла постоянен вдоль направления взаимодействия. В предложенном нами методе выращивания градиентных кристаллов [1], с помощью найденных на основе методики изучения концентрационной релаксации расплава критических значений массовой скорости кристаллизации, состав кристалла можно изменять по содержанию основных и примесных компонентов по длине були. Такое изменение обеспечивает требуемую длину преобразователя с необходимым градиентом. Градиент содержания основных компонентов по длине преобразователя будет влиять на зависимость значений групповых скоростей сигналов и их дисперсий от длины преобразователя, например, по линейному или параболическому закону. Считая известной зависимость коэффициентов преломления от состава кристалла  $\text{LiNbO}_3$ , определяемой уравнением Сельмеера [2], поставим **цель** теоретически оценить влияние градиента состава в PPLN-преобразователе на эффективность реализации в нем логических элементов.

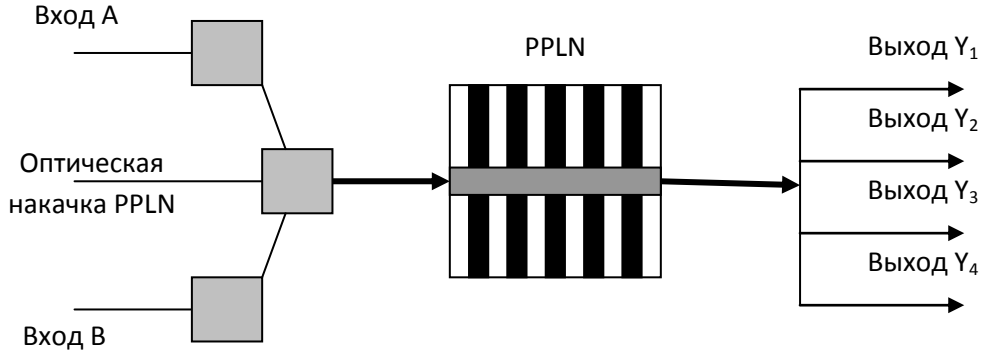


Рисунок 1. Структурная схема логических элементов на PPLN структуре

**Методы исследования.** В работе рассмотрены несколько градиентов концентрации основных компонентов (без градиента, линейный и параболический градиент). Для моделирования прохождения сигналов через PPLN структуру использовали систему уравнений [3], вытекающую из уравнений Максвелла:

$$\frac{\partial A_{SA}}{\partial z} + \beta_{1SA} \cdot \frac{\partial A_{SA}}{\partial t} + \frac{i}{2} \cdot \beta_{2SA} \cdot \frac{\partial^2 A_{SA}}{\partial t^2} = i\omega_{SA} k_{SFG} A_{SB}^* A_{SF} \exp(i\Delta k_{SFG} z) \quad (1)$$

$$\frac{\partial A_{SB}}{\partial z} + \beta_{1SB} \cdot \frac{\partial A_{SB}}{\partial t} + \frac{i}{2} \cdot \beta_{2SB} \cdot \frac{\partial^2 A_{SB}}{\partial t^2} = i\omega_{SB} k_{SFG} A_{SA}^* A_{SF} \exp(i\Delta k_{SFG} z) \quad (2)$$

$$\frac{\partial A_{SF}}{\partial z} + \beta_{1SF} \cdot \frac{\partial A_{SA}}{\partial t} + \frac{i}{2} \cdot \beta_{2SF} \cdot \frac{\partial^2 A_{SF}}{\partial t^2} = i\omega_{SF} k_{SFG} A_{SA} A_{SB} \exp(-i\Delta k_{SFG} z) + i\omega_{SF} k_{DFG} A_P A_i \exp(-i\Delta k_{DFG} z) \quad (3)$$

$$\frac{\partial A_P}{\partial z} + \beta_{1P} \cdot \frac{\partial A_P}{\partial t} + \frac{i}{2} \cdot \beta_{2P} \cdot \frac{\partial^2 A_P}{\partial t^2} = i\omega_P k_{DFG} A_i^* A_{SF} \exp(i\Delta k_{DFG} z) \quad (4)$$

$$\frac{\partial A_i}{\partial z} + \beta_{1i} \cdot \frac{\partial A_i}{\partial t} + \frac{i}{2} \cdot \beta_{2i} \cdot \frac{\partial^2 A_i}{\partial t^2} = i\omega_i k_{DFG} A_P^* A_{SF} \exp(i\Delta k_{DFG} z) \quad (5)$$

$$k_{SFG} = d_{eff} \cdot \sqrt{\frac{2\mu_0}{c n_{SA} n_{SB} n_{SF} A_{eff}}} \quad (6)$$

$$k_{DFG} = d_{eff} \cdot \sqrt{\frac{2\mu_0}{c n_P n_i n_{SF} A_{eff}}} \quad (7)$$

$$\Delta k_{SFG} = k_{SF} - k_{SA} - k_{SB} - \frac{2\pi}{\Lambda} \quad (8)$$

$$\Delta k_{DFG} = k_{SF} - k_P - k_i - \frac{2\pi}{\Lambda} \quad (9)$$

где  $A_{SA}$ ,  $A_{SB}$ ,  $A_P$ ,  $A_{SF}$  и  $A_i$  – комплексные амплитуды напряженности световой волны сигналов на длинах волн  $\lambda_{SA}$ ,  $\lambda_{SB}$ ,  $\lambda_P$ ,  $\lambda_{SF}$ ,  $\lambda_i$  поступающих на вход А и В, вход оптической накачки PPLN, выходы  $Y_1$ ,  $Y_2$ ,  $Y_3$ ;

$\beta_{1j}$  – первая и вторая производные по угловой частоте  $\omega_j$  постоянной распространения световых импульсов  $k_j$ ;  $k_{SFG}$  и  $k_{DFG}$  – коэффициенты связи для процессов SFG и DFG;  $d_{eff}$  – эффективный нелинейный коэффициент;  $A_{eff}$  – эффективная апертура взаимодействия;  $n_j$  – коэффициент преломления на частоте  $\omega_j$ ; параметр  $\mu_0$  – проницаемость и  $c$  – скорость света в вакууме;  $\Delta k_{SFG}$   $\Delta k_{DFG}$  – величина фазового рассогласования в SFG и DFG процессах;  $\Lambda$  – период чередования доменов в PPLN.

Для расчетов использовали две независимые псевдослучайные последовательности бит, поступающие на входы каналов А и В. Единичный бит в этой последовательности соответствовал наличию импульса, логиче-

ский ноль – его отсутствию. Форма импульсов – гиперболический секанс, ширина импульсов 5 пс. Длина PPLN – варьировалась до 4 см, эффективная апертура волновода  $50 \text{ мкм}^2$ , период следования доменов  $18,8 \text{ мкм}$ , что обеспечивает условия квази-фазового синхронизма для длины волны генерации суммарных частот  $772 \text{ нм}$ . Нелинейный коэффициент  $d_{\text{eff}} = 17,2 \text{ пм/В}$ . Центральные длины волн каналов А и В  $1550$  и  $1538 \text{ нм}$ . Длина волны накачки  $1555 \text{ нм}$  (третье телекоммуникационное окно прозрачности), длина холостой волны, которая генерируется процессом DFG, составляла  $1533,2 \text{ нм}$ . Пиковые значения мощности сигналов А и В и сигнала накачки  $1000$ ,  $1000 \cdot \lambda_{\text{SA}}/\lambda_{\text{SB}}$  и  $100 \text{ мВт}$  соответственно.

**Результаты и обсуждение.** Результаты моделирования прохождения оптических импульсов через градиентные PPLN-структуры представлены на рис.2. Видно, что уменьшение амплитуды каналов А и В на выходе при совпадении импульсов на входе преобразователя является существенной величиной и позволяет задавать логические уровни сигналов.

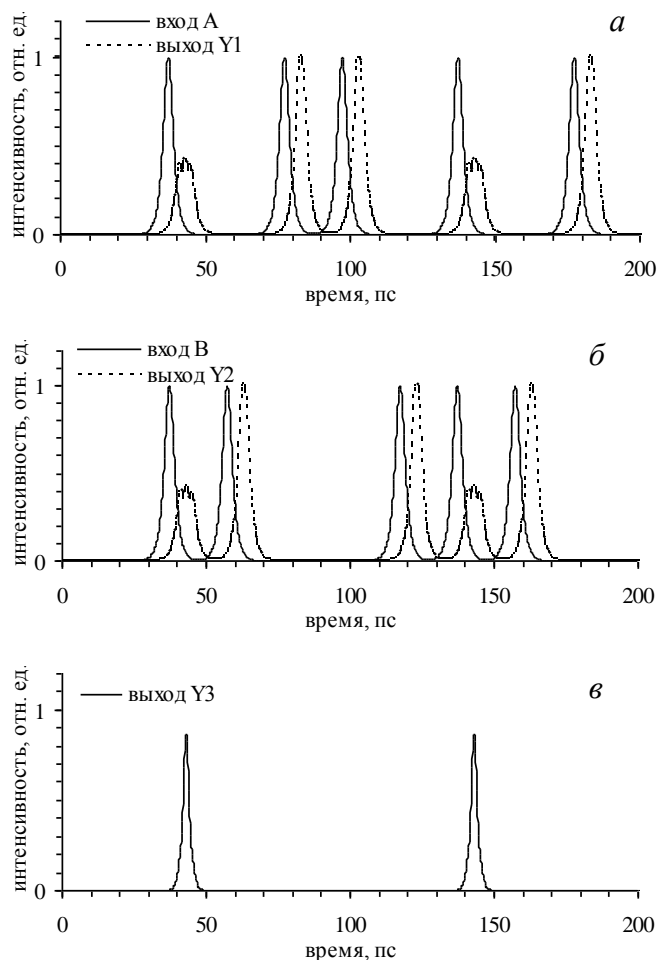


Рисунок 2. Временной вид импульсов на входе и выходе преобразователя

На основе проведенных расчетов можно составить таблицу истинности работы логических элементов на PPLN-структуре. Выход  $Y_1$  – модулированная интенсивность света на длине волны  $\lambda_{\text{SA}}$  (т.е. частота оптической несущей  $\omega_{\text{SA}}$ ), выход  $Y_2$  – модулированная интенсивность света на длине волны  $\lambda_{\text{SB}}$  (на частоте оптической несущей  $\omega_{\text{SB}}$ ), выход  $Y_3$  – модулированная интенсивность света на длине волны  $\lambda_I$  (на частоте оптической несущей  $\omega_I$ ), выход  $Y_4$  – модулированная интенсивность света на длине волны  $\lambda_{\text{SF}}$  (на частоте оптической несущей  $\omega_{\text{SF}}$ ).

Таблица 1

Таблица истинности для структурной схемы логических элементов

Вход А	Выход $Y_1$	Вход В	Выход $Y_2$	Выход $Y_3$	Выход $Y_4$
0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0
1	0	1	0	1	1

Из таблицы видно, что на выходе  $Y_3$  и  $Y_4$  осуществляется логическое умножение сигналов на входе А и В. Отличие выходов  $Y_3$  и  $Y_4$  состоит в том, что частота оптической несущей выхода  $Y_4$  – это сумма несущих частот входов А и В. А несущая частота выхода  $Y_3$  – находится из выражения для генерации разностных частот (DFG-процесс):

$$\omega_I = \omega_{SF} - \omega_P,$$

где  $\omega_P$  – частота оптической накачки PPLN.

Из таблицы также следует, что на выходе  $Y_1$  реализуется логическая функция  $A \cdot \bar{B}$ , а на выходе  $Y_2$  реализуется логическая функция  $B \cdot \bar{A}$ .

Также для оценки эффективности работы оптического вентиля на градиентных кристаллах использовали выражение для Q-фактора:

$$Q = 20 \log_{10} \left[ \frac{\mu_1 - \mu_0}{\sigma_1 + \sigma_0} \right], \quad (1)$$

где  $\mu_1$  и  $\mu_0$  пороговые мощности логических единицы и нуля,  $\sigma$  – среднеквадратичное отклонение.

Проведена оценка режима работы вентиля на PPLN-преобразователе при взаимном изменении длин волн входов А и В при сохранении постоянным значения суммарной частоты  $\omega_{SF}$  (рис.3). Видно, что при снижении Q-фактора для градиентного кристалла по сравнению с идеализированной ситуацией нулевого SFG-DFG рассогласования полоса пропускания становится шире на 12% по уровню 15 дБ.

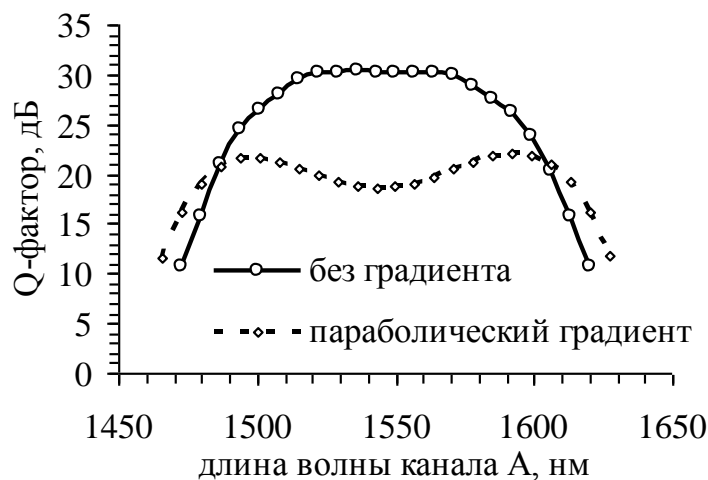


Рисунок 3. Зависимость Q-фактора от длины волны канала А

Проведенные модельные исследования работы логического элемента послужили отправной точкой реализации макета из выращенных кристаллов ниобата лития с градиентом концентрации основных компонентов. Из кристалла ниобата лития были вырезаны пластины, ориентированные перпендикулярно оптической оси. Пластины были отполированы и подготовлены к нанесению слоя фоторезиста через фотошаблон. Толщина слоя фоторезиста определялась интерферометром Линника и составила 1,5 мкм. После нанесения фоторезиста (рис.4) к противоположным сторонам пластины через слой электролита прикладывалась разность потенциалов от 8 до 15 кВ/мм.

Для визуализации полученных периодических поляризованных структур использовали метод химического травления в смеси азотной и плавиковой кислот.



Рисунок 4. Вид периодических структур, нанесенных на кристаллическую пластинку с использованием фоторезиста

**Выводы.** Разработана модель оптического логического вентиля на основе волноводной периодически-поляризованной структуры в ниобате лития с градиентом состава (PPLN-преобразователя). Промоделированы логические элементы в PPLN-преобразователе, реализующие функции логического умножения сигналов на входах  $A$  и  $B$ , функции  $A \cdot \bar{B}$  и  $B \cdot \bar{A}$ . Рассчитаны коэффициенты затухания сигнала на выходе  $Y_1$  и  $Y_2$  (Q-фактор) при реализации логических функций  $A \cdot \bar{B}$  и  $B \cdot \bar{A}$  при различных градиентах состава в PPLN-преобразователе из кристалла ниобата лития. При реализации линейного, параболического и экспоненциального градиентов дисперсии групповых скоростей вдоль преобразователя максимум Q-фактора в третьем телекоммуникационном окне прозрачности меньше на 10 дБ, чем при отсутствии градиента, однако, полоса пропускания логических элементов в этом случае по уровню 15 дБ становится шире на 12 % (рис.3).

На основе результатов моделирования логических вентилях с помощью средств фотолитографии и высоковольтного поллинга были созданы оптические преобразователи из ниобата лития с градиентом концентрации основных компонентов.

*\*Работа выполнена при поддержке Программы стратегического развития КубГУ*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Galutskiy, V.V. Growth of single crystal with a gradient of concentration of impurities by the Czochralski method using additional liquid charging / V.V. Galutskiy, M. I. Vatlina, E.V. Stroganova // J. Crystal Growth. – 2009. – vol. 311. – p. 1190-1194.
2. Сидоров, Н.В. Ниобат лития: дефекты, фоторефракция, колебательный спектр, поляритоны / Н.В. Сидоров, Т.Р. Волк, Б.Н. Маврин, В.Т. Калинин. – М. : Наука, 2003. – 255 с.
3. Wang, J. Single-PPLN-based simultaneous half-adder, half-subtractor, and OR logic gate: proposal and simulation / J. Wang, J. Sun, Q. Sun // Optics express. – 2007. – vol. 15. – №. 4. – p. 1690-1699.

Материал поступил в редакцию 27.03.14.

### MODEL OF THE OPTICAL LOGIC GATE ON THE BASIS OF PPLN FROM LITHIUM NIOBATE WITH GRADIENT OF COMPOSITION

V.V. Galutskiy<sup>1</sup>, V.F. Kuzora<sup>2</sup>, E.V. Stroganova<sup>3</sup>, S.A. Shmargilov<sup>4</sup>, N.A. Yakovenko<sup>5</sup>

<sup>1,3</sup> Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of Optoelectronics Department,  
<sup>2,4</sup> Postgraduate Student of Optoelectronics Department, 5 Doctor of Engineering, Professor of Optoelectronics Department  
 Kuban State University (Krasnodar), Russia

**Abstract.** Modeling researches of influence of profiles of an indicator of refraction are carried out in work on efficiency of realization of logic elements on PPLN from gradient lithium niobate. At decrease in efficiency of realization of logic functions for PPLN from gradient crystal in comparison with an idealized situation of a zero mismatch of group speeds of entrance channels the pass-band of such converter becomes wider. Markets of PPLN-converters from gradient's lithium niobate crystals are experimentally received.

**Keywords:** logic elements, optical convertor, lithium niobate.

УДК 5196533932

## ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ С ОБРАТНЫМ ВРЕМЕНЕМ (РЕТРОСПЕКТИВНАЯ)

**С.А. Джарова**, магистр-преподаватель кафедры «Математика и прикладная механика»  
Кызылординский Государственный Университет имени Коркыт Ата, Казахстан

***Аннотация.** В представленной работе рассматривается задача Коши для уравнения теплопроводности с обратным временем и различные методы регуляризации этой задачи, а именно – сведение задачи Коши для уравнения теплопроводности к обратной задаче и к операторному виду  $Aq = f$ . Для решения прямой задачи рассматривался конечно-разностный метод, а для решения обратной задачи был применен метод простой итерации. Были проведены численные эксперименты для построения решения регуляризованного уравнения.*

***Ключевые слова:** задача Коши, регуляризация, обратная задача, конечно-разностный метод.*

Во многих практических задачах требуется восстановить распределение температуры тела в начальный момент времени  $t = 0$  по измеренной температуре при  $t = T > 0$ . Такие задачи называются ретроспективными или начально-краевыми задачами для уравнения теплопроводности с обратным временем. Если например, рассматривается стержень длиной  $l$  с фиксированной на концах температурой (без ограничения общности можно считать температуру на концах нулевой), то получим следующую ретроспективную задачу:

$$\frac{\partial v}{\partial \tau} = \frac{\partial^2 v}{\partial x^2}, \quad x \in (0, l), \quad \tau \in (0, T), \quad (1.1.1)$$

$$v(0, \tau) = v(l, \tau) = 0, \quad \tau \in (0, T), \quad (1.1.2)$$

$$v(x, T) = f(x), \quad x \in (0, l), \quad (1.1.3)$$

требуется найти  $v(x, t)$  в области  $(0, l) \times (0, T)$ .

Заменяя (1.1.1)-(1.1.3) переменную  $\tau = T - t$  и обозначая  $u(x, t) = v(x, t)$  приходим к эквивалентной задаче

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad x \in (0, l), \quad t \in (0, T), \quad (1.1.4)$$

$$u(0, t) = u(l, t) = 0, \quad t \in (0, T), \quad (1.1.5)$$

$$u(x, T) = f(x), \quad x \in (0, l), \quad (1.1.6)$$

в которой требуется определить  $u(x, t)$  в области  $(0, l) \times (0, T)$

Заметим, что задача (1.1.4)-(1.1.6) является некорректной, поскольку сколь угодно малым изменениям правой части  $f$  могут соответствовать сколь угодно большие изменения решения  $u$ . В самом деле, при

$f(x) = \frac{1}{n} \sin \frac{\pi n x}{l}$  решение  $u(x, t) = \frac{1}{n} e^{-\frac{\pi^2 n^2 t}{l^2}} \sin \frac{\pi n x}{l}$  растет неограниченно с ростом  $n$ , в то время как данные задачи  $f(x)$  стремятся к нулю.

Рассмотрим несколько примеров регуляризации задачи (1.1.4)-(1.1.6).

### 1.1 сведение задачи Коши для уравнения теплопроводности к обратной задаче и к операторному виду

Некорректная задача Коши для уравнения теплопроводности (1.1.4)-(1.1.6) может быть сформулирована в форме обратной задачи к некоторой прямой (корректной) задаче. Действительно, рассмотрим задачу

$$u_t + u_{xx} = 0, \quad x \in (0, l), \quad t \in (0, T) \quad (1.2.1)$$

$$u(x, T) = q(x), x \in (0, l), \quad (1.2.2)$$

$$u(0, t) = u(l, t) = 0, t \in (0, T) \quad (1.2.3)$$

в которой по заданной функции  $q(x)$  нужно определить функцию  $u(x, t)$ .

Задача (1.2.1)-(1.2.3) является корректной. Поэтому задача (1.1.1)- (1.1.3) сводится к следующей обратной задаче: по дополнительной информации о решении прямой задачи (1.2.1)- (1.2.3)

$$u(x, 0) = f(x), x \in (0, l) \quad (1.2.4)$$

требуется определить функцию  $q(x)$ .

Рассмотрим оператор

$$A : q(x) := u(x, T) \rightarrow f(x) := u(x, 0),$$

где  $u(x, t)$  – решение задачи (1.2.1)-(1.2.3).

Тогда в операторном виде обратную задачу можно записать следующим образом:

$$Aq = f$$

где  $f(x)$  – заданная функция,  $q(x)$  -искомая функция.

### 1.2. Метод простой итерации в задаче Коши для теплопроводности

Рассмотрим обратную задачу (1.2.1)-(1.2.4) в операторном виде

$$Aq = f$$

Будем решать эту задачу, минимизируя целевой функционал  $J(q) = \|Aq - f\|_{L_2(0,1)}^2$  с помощью метода наискорейшего спуска. Этот метод состоит в последовательном вычислении приближений  $q_n$  по схеме

$$q_{n+1} = q_n - \alpha_n J'(q_n), n = 0, 1, \dots$$

где  $q_0$  – некоторое начальное приближение,  $J'(q_n)$ -градиент рассматриваемого функционала, а параметр  $\alpha_n$  определяется из следующего условия

$$\alpha_n = \arg \min_{\alpha > 0} (J(q_n - \alpha J'(q_n)))$$

Покажем как вычисляется градиент функционала в рассматриваемой обратной задаче. Вычислим приращение функционала  $J(q)$  :

$$\begin{aligned} J(q + \delta q) - J(q) &= \|A(q + \delta q) - f\|_{L_2(0,1)}^2 = 2\langle Aq - f, A\delta q \rangle + \|A\delta q\|_{L_2(0,1)}^2 = \\ &= 2 \int_0^l [u(x, 0) - f(x)] \delta u(x, 0) dx + \int_0^l (\delta u(x, 0))^2 dx \end{aligned}$$

где  $u(x, t)$  – решение задачи прямой задач (1.2.1)-(1.2.3), а  $\delta u(x, t)$  - решение задачи

$$u_t = -u_{xx}, x \in (0, l), t \in (0, T) \quad (1.3.1)$$

$$u(x, T) = \delta q(x), x \in (0, l) \quad (1.3.2)$$

$$u(0, t) = u(l, t) = 0, t \in (0, T) \quad (1.3.3)$$

Обозначим через  $\psi(x, t)$  – решение сопряженной задачи

$$\frac{\partial \psi}{\partial t} = \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2}, \quad (1.3.6)$$



$$\psi(x,0) = \mu(x), \quad (1.3.7)$$

$$\psi(0,t) = \psi(l,t) = 0, \quad (1.3.8)$$

Учитывая (1.3.1)- (1.3.8), получим соотношения, связывающие решения задачи (1.3.1)- (1.3.5) и (1.3.6)- (1.3.8):

$$\begin{aligned} 0 &= \int_0^l \int_0^T \psi(x,t) (\delta u_t(x,t) + \delta u_{xx}(x,t)) dx dt = \int_0^l \int_0^T \psi(x,T) \delta u_t(x,t) dx dt + \int_0^l \int_0^T \psi(x,t) \delta u_{xx}(x,t) dx dt = \\ &= \int_0^l \psi(x,t) \delta u(x,t) dx \Big|_0^l - \int_0^l \int_0^T \psi_t(x,t) \delta u(x,t) dx dt + \int_0^l \psi(x,t) \delta u_x(x,t) dx \Big|_0^l - \int_0^l \int_0^T \psi_x(x,t) \delta u_x(x,t) dx dt = \\ &= \int_0^l \psi(x,t) \delta u(x,t) dx \Big|_0^l - \int_0^l \int_0^T \psi_t(x,t) \delta u(x,t) dx dt - \int_0^l \psi_x(x,t) \delta u(x,t) dx \Big|_0^l + \int_0^l \int_0^T \psi_{xx}(x,t) \delta u(x,t) dx dt = \\ &= \int_0^l (\psi_x(x,T) - \delta u(x,T) - \psi(x,0) \delta u(x,0)) dx = - \int_0^l \int_0^T (\psi_t(x,t) - \psi_{xx}(x,t)) \delta u(x,t) dx dt = \\ &= \int_0^l \psi(x,T) \delta u(x,T) dx - \int_0^l \psi(x,0) \delta u(x,0) dx \end{aligned}$$

Следовательно,

$$\int_0^l \psi(x,T) \delta q(x) dx - \int_0^l \psi(x,0) \delta u(x,0) dx = 0$$

Положим,  $\mu(x) = 2(u(x,0) - f(x))$  в сопряженной задаче (1.3.6)-(1.3.8). Тогда

$$\begin{aligned} J(q + \delta q) - J(q) &= \int_0^l \psi(x,0) \delta u(x,0) dx + \int_0^l (\delta u(x,0))^2 dx = \\ &= \int_0^l \psi(x,T) \delta q(x) dx + \int_0^l (\delta u(x,0))^2 dx = \\ &= \langle \psi(\cdot, T), \delta q(\cdot) \rangle + \int_0^l (\delta u(x,0))^2 dx \end{aligned}$$

Сравнив полученные выражение для приращения функционала с определением градиента функционала

$$J(q + \delta q) - J(q) = \langle J'(q), \delta q \rangle + o(\|\delta q\|),$$

закключаем, что  $J'(q) \cong 2A^*(Aq - f) = \psi(x, T)$ , где  $\psi$  – есть решение сопряженной задачи (1.3.6)-(1.3.8), в которой качестве  $\mu(x)$ : взята функция  $2(Aq - f) = 2(u(x,0) - f(x))$

### 1.3. Конечно-разностный метод решения прямой задачи

Пусть функция  $u(x, t)$  - решение прямой задачи Коши для уравнения теплопроводности

$$\begin{cases} u_t = -u_{xx}, x \in (0, L), t \in (0, T) \\ u|_{t=T} = q(x) \\ u|_{x=0} = u|_{x=L} = 0. \end{cases}$$

Строилась равномерная сетка в пространстве  $(x, t) : x_i = ih, t_k = k\tau, \text{ где } i = \overline{0, Nx}, k = \overline{0, Nt}$ .

Затем по известной функции  $q(x)$  в момент времени  $t = T$  строилась табличная функция  $u(x_i, T)$ .

После чего проводилась дискретизация этих соотношений:

$$\frac{u_i^{k+1} - u_i^k}{\tau} = -\frac{u_{i-1}^{k+1} - 2u_i^{k+1} + u_{i+1}^{k+1}}{h^2} \quad (1.3.9)$$

$$u|_{t=T} = q(x) : u_i^{Nt} = q_i. \quad (1.3.10)$$

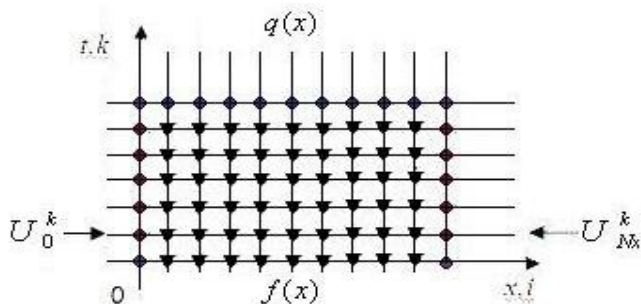
$$u_0^k = u_{Nx}^k = 0 \quad (1.3.11)$$

Пусть  $Nx$  – количество узлов равномерной сетки на интервале  $(0, L)$ , а  $Nt$  – количество узлов равномерной сетки на интервале  $(0, T)$ . Тогда определим шаг сетки:  $h = \frac{l}{Nx}$ ,  $\tau = \frac{1}{Nt}$

Из условия (1.3.11) заполняем нулевой и  $Nx$  слои по пространству  $x = 0, x = L : U_0^k = U_{Nx}^k = 0$  и затем из условия (1.3.10) заполняем  $Nt$  слой по времени:  $U_i^{Nt} = q_i$ . Тогда

$$u_i^k = \frac{\tau}{h^2} (u_{i+1}^{k+1} - 2u_i^{k+1} + u_{i-1}^{k+1}) + u_i^{k+1} \quad (1.3.12)$$

При этом должно выполняться условие  $\left(\frac{\tau}{h^2}\right) < 1$ .



- – узлы которые определяются из условия (1.3.10), (1.3.11)
- ▼ – узлы которые определяются из условия (1.3.12)

**Результаты численных расчетов.**

В численных расчетах для определения решения  $u(x, t)$  задачи (1.3.9)-(1.3.11) были взяты в качестве  $T = 1, q(x) = \sin\left(\frac{\pi}{2}x\right), Nx = 10, Nt = 100$ .

На рисунке (1) показано поведение решения прямой задачи теплопроводности

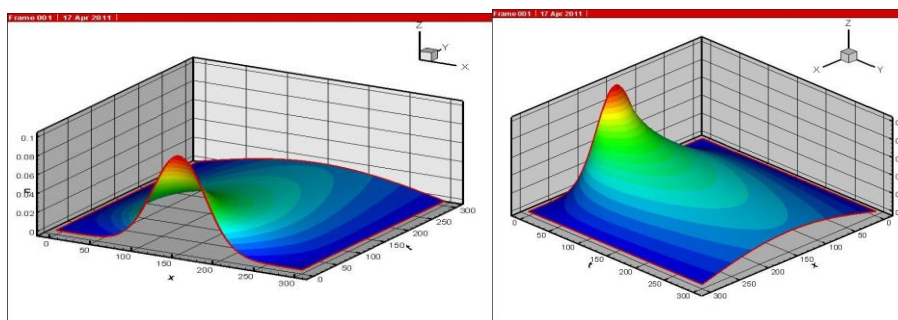


Рисунок 1. Решение  $u(x, t)$

**1.3. Численное решение обратной задачи Коши уравнения теплопроводности**

Как уже было рассмотрено в разделе (1.2) обратная задача заключается в нахождении функции  $q(x)$  по дополнительной информации  $u(x, 0) = f(x)$ . Для этого сначала решаем прямую задачу и, забывая о  $q(x)$ , должны показать сходимость решения  $q_n(x)$ , полученного методом простой итерации, к точному решению  $q(x)$  исходя из данных  $f(x)$ .

Для решения сопряженной задачи

$$\begin{aligned}\psi_t^n &= -\psi_{xx}^n \\ \psi^n &= \mu(x) = 2[u^n(x,0) - f(x)] \\ \psi^n \Big|_{x=0} &= \psi^n \Big|_{x=l} = 0\end{aligned}$$

строим равномерную сетку в пространстве  $(x, t)$ :

$x_i = ih, t_k = k\tau, \text{ где } i = \overline{0, Nx}, k = \overline{0, Nt}$ , где  $Nx$  - количество узлов равномерной сетки на интервале  $(0, L)$ ,  $Nt$  - количество узлов равномерной сетки на интервале  $(0, T)$ ,  $h = \frac{L}{Nx}$ ,  $\tau = \frac{1}{Nt}$  - шаги сетки.

Затем по известной функции  $\mu(x)$  в момент времени  $t = 0$  строится табличная функция  $\psi(x_i, 0)$ . Функция  $\psi(x, t)$  - решение сопряженной задачи. Дискретизируем сопряженную задачу:

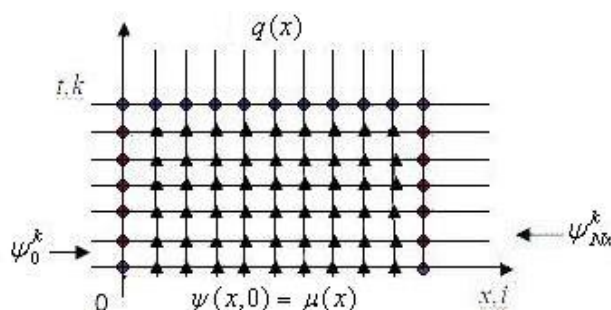
$$\frac{\psi_i^{k+1} - \psi_i^k}{\tau} = \frac{\psi_{i-1}^k - \psi_i^k + \psi_{i+1}^k}{h^2} \quad (1.3.13)$$

$$\psi \Big|_{t=0} = \mu(x) : \psi_i^0 = \mu_i. \quad (1.3.14)$$

$$\psi_0^k = \psi_{Nx}^k = 0 \quad (1.3.15)$$

Из условия (1.3.15) заполняем нулевой и  $Nx$  слой по пространству  $x = 0, x = Nx$ :  $\psi_0^k = \psi_{Nx}^k = 0$  и затем из условия (1.3.14) заполняем  $Nt$  слой по времени:  $\psi_i^0 = \mu(x)$ . Тогда

$$\psi_i^{k+1} = \frac{\tau}{h^2} (\psi_{i+1}^k - 2\psi_i^k + \psi_{i-1}^k) + \psi_i^k \quad (1.3.16)$$



- - узлы которые определяются из условия (1.3.14), (1.3.15)
- ▲ - узлы которые определяются из условия (1.3.16)

Функционал имеет вид

$$J(q_n) = \int_0^l [u^n(x,0) - f(x)]^2 dx$$

Дальше методом простой итерации

1) берем приближенное  $q_{0i} = 0$

2) решая  $\frac{U_{0i}^{k+1} - U_{0i}^k}{\tau} = -\frac{U_{0i-1}^{k+1} - 2U_{0i}^{k+1} + U_{0i+1}^{k+1}}{h^2}$  находим  $U_{0i}^k = \frac{\tau}{h^2} (U_{0i-1}^{k+1} - 2U_{0i}^{k+1} + U_{0i+1}^{k+1}) - U_{0i}^{k+1}$

3) заполняем слой  $\psi_i^0 = \mu(x) : \mu_i = 2[U_0(x,0) - f(i)]$

4) считаем  $\psi_i^k$

5)  $q_i^{Nt} = J'(q_n)$

6)  $q_{1i} = q_{0i} - \alpha \psi_i^{Nt}$

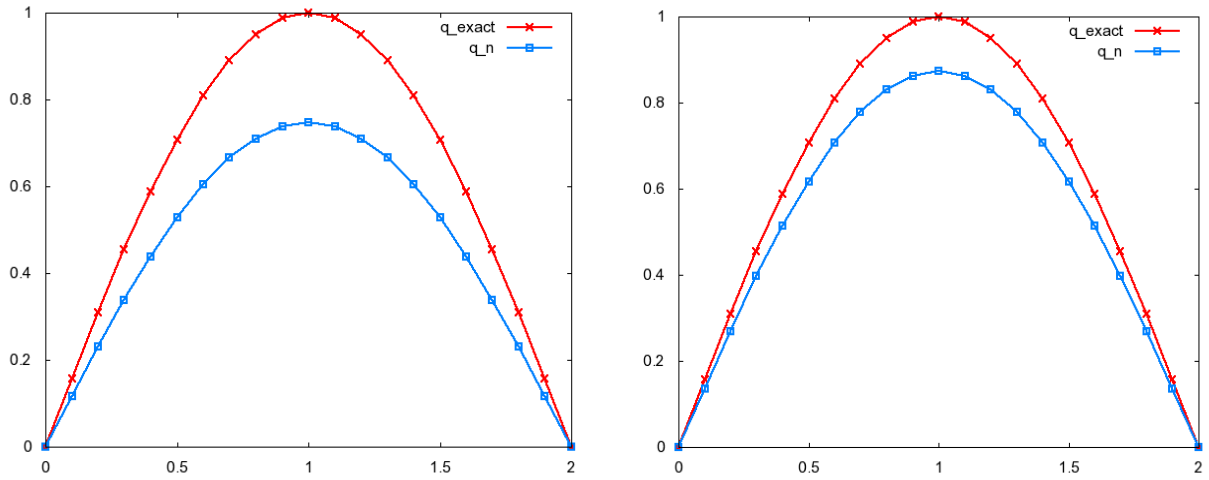
$$\|q_n - q_T\| < \varepsilon$$

Для этого сначала решили сопряженную задачу и для начального приближения взяли  $q_0 = 0$ , а

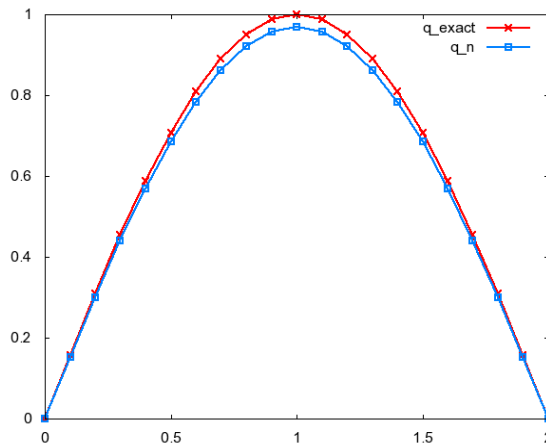
$\alpha = 0,01$  и исследовали сходимость последовательных приближений  $q_n$  к точному  $q(x) = \sin\left(\frac{\pi}{2}x\right)$ .

Численные расчеты показали что, при

$\varepsilon = 0,8$  число итерации  $k = 9752$     при  $\varepsilon = 0,4$   $k = 14671$



$\varepsilon = 0,1$   $k = 24507$



Отсюда видно, что метод простой итерации сходится. Устойчивость решения была показана с помощью задания в правой части ошибок различной величины.

Таблица 1

	$\ \delta f\ $	$\ \delta q\ $
1	0,01	$0,8 \cdot 10^{-3}$
2	0,02	$1,4 \cdot 10^{-3}$
3	0,03	$2 \cdot 10^{-3}$
4	0,04	$2,3 \cdot 10^{-3}$
5	0,05	$9,3 \cdot 10^{-3}$
6	0,1	$3,8 \cdot 10^{-3}$
7	0,2	$5,1 \cdot 10^{-3}$
8	0,3	$5,75 \cdot 10^{-3}$
9	0,4	$6,3 \cdot 10^{-3}$
10	0,5	$6,3 \cdot 10^{-3}$

Как видим, при разных значениях ошибок в задании правой части решение обратной задачи изменяется не сильно.

Таким образом, решение обратной задачи для задачи Коши уравнения теплопроводности устойчиво при выполнении условия  $\left(\frac{\tau}{h^2}\right) < 1$

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алифанов, О.М., Артюхин, Е.А., Румянцев, С.В. Экстремальные методы решения некорректных задач. – Москва : Наука, 1988.
2. Кабанихин, С.И. Обратные и некорректные задачи. – Новосибирск : Сибирское научное издательство, 2009.
3. Кабанихин, С.И., Бектемисов, М.А., Нурсеитова, А.Т. Итерационные методы решения обратных и некорректных задач с данными на части границы. – Алматы-Новосибирск : ОФ «Международный фонд обратных задач», 2006.

*Материал поступил в редакцию 27.03.14.*

### THE INVERSE PROBLEM OF THERMAL CONDUCTIVITY WITH REVERSE TIME (RETROSPECTIVE)

**S.A. Dzharova**, Master-Teacher of Mathematics and Applied Mechanics Department  
Korkyt Ata Kyzylorda State University, Kazakhstan

**Abstract.** *The Cauchy problem for the thermal conductivity equation with the reverse time and various methods of regularization of this problem, namely – reduction of the Cauchy problem for the thermal conductivity equation to the reverse problem and to an operator type is considered in the article. For the solution of a direct problem it was considered final difference method, and the fixed point iteration method was applied to the solution of the reverse problem. Numerical experiments for creation of the solution of the regularizable equation were made.*

**Keywords:** *Cauchy problem, regularization, reverse problem, final difference method.*

УДК 517

## СМЕШАННЫЕ ДРОБНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ОПЕРАТОРЫ В ПРОСТРАНСТВАХ ГЕЛЬДЕРА

**Т.Ю. Маматов**, ассистент, механико-математический факультет, кафедра «Вычислительные методы»  
Самаркандский государственный университет, Узбекистан

*Аннотация.* Мы изучаем смешанные дробные производные в форме Маршо функции двух переменных в пространстве Гельдера. Исследуем действие операторов смешанного дробного дифференцирования в пространствах Гельдера функций двух переменных.

*Ключевые слова:* функции двух переменных, дробная производная Маршо, смешанный дробный дифференциал, смешанные разность, Гельдерские пространства.

### 1. Введение

Известен классический результат Г. Харди и Д. Литтлвуда (1928 г., см [3, §3]) о том, что дробный интеграл  $(I_{a+}^{\alpha} f)(x) = \Gamma^{-1}(\alpha)(t_+^{\alpha-1} * f)(x)$ ,  $0 < \alpha < 1$  отображает изоморфно пространство  $H_0^{\lambda}([0, 1])$  гильберовских функций порядка  $\lambda \in (0, 1)$  с условием  $f(0) = 0$  на аналогичное пространство более высокого порядка  $\lambda + \alpha$  при условии, что  $\lambda + \alpha < 1$ . В дальнейшем этот результат обобщался в различных направлениях: пространство со степенным весом [1], обобщенные пространства Гельдера [4]-[6], пространства типа Никольского [2] и др. Подробный обзор этих и некоторых других близких результатов можно найти в [3].

Во многих случаях, утверждение о свойствах отображения в пространствах Гельдера для смешанного дробного интеграла Римана-Лиувилля [7]-[8].

Смешанные дробные производные форме Маршо

$$\begin{aligned} (D_{a+,c+}^{\alpha,\beta} \varphi)(x,y) &= \frac{\varphi(x,y)}{\Gamma(1-\alpha)\Gamma(1-\beta)(x-a)^{\alpha}(y-c)^{\beta}} + \\ &+ \frac{\alpha\beta}{\Gamma(1-\alpha)\Gamma(1-\beta)} \iint_{a^+c^+}^{xy} \frac{\varphi(x,y) - \varphi(t,\tau)}{(x-t)^{1+\alpha}(y-\tau)^{1+\beta}} dt d\tau, \quad x > a, y > c, \end{aligned} \quad (1)$$

не были изучены в пространстве Гельдера. Между тем, там возникают "интересные точки", относящиеся к исследованию смешанных разностей дробных производных (1). Для оператора (1) в пространствах Гельдера смешанного порядка возникают некоторые вопросы в отношении использования тех или иных разностей в определении Гельдерских пространств. Такие свойства отображения в пространствах Гельдера смешанного порядка не были изучены.

Рассмотрим оператор (1) в прямоугольнике

$$Q = \{(x, y): 0 < x < b, 0 < y < d\}.$$

**2. Обозначение.** Для непрерывной функции  $\varphi(x, y)$  из  $R^2$  вводим обозначение

$$\begin{aligned} \left(\Delta_h^{1,0} \varphi\right)(x, y) &= \varphi(x+h, y) - \varphi(x, y), \quad \left(\Delta_{\eta}^{0,1} \varphi\right)(x, y) = \varphi(x, y+\eta) - \varphi(x, y), \\ \left(\Delta_{h,\eta}^{1,1} \varphi\right)(x, y) &= \varphi(x+h, y+\eta) - \varphi(x, y+\eta) - \varphi(x+h, y) + \varphi(x, y), \end{aligned}$$

а также

$$\varphi(x+h, y+\eta) = \left(\Delta_{h,\eta}^{1,1} \varphi\right)(x, y) + \left(\Delta_h^{1,0} \varphi\right)(x, y) + \left(\Delta_{\eta}^{0,1} \varphi\right)(x, y) + \varphi(x, y). \quad (2)$$

Во всех результатах через  $C_1, C_2, C$  и т.д. обозначим положительные постоянные, которые могут иметь различные значение в различных случаях.

В следующих определениях вводим два типа смешанных пространств Гельдера.

**Определение 1. I.** Пусть  $\lambda, \gamma \in (0, 1]$ . Скажем, что  $\varphi \in H^{\lambda,\gamma}(Q)$ , если

$$\left|\varphi(x_1, y_1) - \varphi(x_2, y_2)\right| \leq C_1 |x_1 - x_2|^{\lambda} + C_2 |y_1 - y_2|^{\gamma} \quad (3)$$

для всех  $(x_1, y_1), (x_2, y_2) \in Q$ . Условие (3) эквивалентно для пары при отдельных условиях

$$\left| \left( \Delta_h^{1,0} \varphi \right) (x, y) \right| \leq C_1 |h|^\lambda, \quad \left| \left( \Delta_\eta^{0,1} \varphi \right) (x, y) \right| \leq C_2 |\eta|^\gamma \quad (4)$$

равномерно с отношением с другими переменными.

Через  $H_0^{\lambda, \gamma}(Q)$  определим подпространство функции  $f \in H_0^{\lambda, \gamma}(Q)$ , которая обращается в нуль в границах  $x = 0$  и  $y = 0$  в  $Q$ .

**Определение 2.** Говорим, что  $\varphi(x, y) \in \tilde{H}^{\lambda, \gamma}(Q)$ , где  $\lambda, \gamma \in (0, 1]$ , если

$$\varphi \in H^{\lambda, \gamma}(Q) \text{ и } \left| \left( \Delta_{h, \eta}^{1,1} \varphi \right) (x, y) \right| \leq C_3 |h|^\lambda |\eta|^\gamma.$$

Скажем, что  $\varphi(x, y) \in H_0^{\lambda, \gamma}(Q)$ , если  $\varphi(x, y) \in H^{\lambda, \gamma}(Q)$  и  $\varphi(0, y) \equiv \varphi(x, 0) \equiv 0$ .

Данные пространства становятся Банаховыми пространствами. Ниже стандартно определяются нормы

$$\| \varphi \|_{H^{\lambda, \gamma}} = \| \varphi \|_{C(Q)} + \sup_{\substack{x, x+h \in [a, b] \\ y \in [c, d]}} \frac{\left| \left( \Delta_h^{1,0} \varphi \right) (x, y) \right|}{|h|^\lambda} + \sup_{\substack{y, y+\eta \in [c, d] \\ x \in [a, b]}} \frac{\left| \left( \Delta_\eta^{0,1} \varphi \right) (x, y) \right|}{|\eta|^\gamma}.$$

$$\| \varphi \|_{\tilde{H}^{\lambda, \gamma}} = \| \varphi \|_{H^{\lambda, \gamma}} + \sup_{\substack{x, x+h \in [a, b] \\ y, y+\eta \in [c, d]}} \frac{\left| \left( \Delta_{h, \eta}^{1,1} \varphi \right) (x, y) \right|}{|h|^\lambda |\eta|^\gamma}.$$

Заметим, что

$$\varphi \in H^{\lambda, \gamma} \Rightarrow \left| \left( \Delta_{h, \eta}^{1,1} \varphi \right) (x, y) \right| \leq C_\theta |h|^{\theta\lambda} |\eta|^{(1-\theta)\gamma} \quad (5)$$

для некоторых  $\theta \in [0, 1]$ , где  $C_\theta = 2C_1^\theta C_2^{1-\theta}$ ,

**3. Одномерные утверждения.** Следующее утверждение было доказано в [8], также доказательство представлено в [4], стр. 23 и 190. Однако вспомним схему доказательства из [4] для удобства составления доказательств для двухмерного случая.

Рассмотрим дробную производную Маршо на отрезке.

$$\left( \mathbf{D}_{a+}^\alpha f \right) (x) = \Gamma^{-1} (1 - \alpha) \left( f(x) (x - a)^{-\alpha} + \alpha \int_a^x [f(x) - f(t)] (x - t)^{-1-\alpha} dt \right), \quad (6)$$

**Лемма 1.** Если  $f(x) \in H^\lambda([a, b])$  и  $0 < \alpha < \lambda$ , то

$$g(x) = \frac{f(x) - f(a)}{|x - a|^\alpha} \in H^{\lambda - \alpha}([a, b]) \text{ и } \|g\|_{H^{\lambda - \alpha}} \leq C \|f\|_{H^\lambda}, \quad (7)$$

где  $C$  не зависит от  $f(x)$ .

**Доказательство.** Пусть  $h > 0, x, x + h \in [a, b]$ . Имеем

$$\left| g(x + h) - g(x) \right| \leq \frac{|f(x + h) - f(x)|}{(x + h - a)^\alpha} + |f(x) - f(a)| \left| (x - a)^{-\alpha} - (x + h - a)^{-\alpha} \right|.$$

По условию теоремы  $f(x) \in H^\lambda([a, b])$ , справедливо

$$\left| f(x + h) - f(x) \right| \leq Ch^\lambda \text{ и } \left| f(x) - f(a) \right| \leq C(x - a)^\lambda.$$

Используя эти неравенства, получим

$$|g(x+h) - g(x)| \leq C(h^\lambda(x+h-a)^\alpha + (x-a)^\lambda |(x-a)^{-\alpha} - (x+h-a)^{-\alpha}|) = \Delta_1 + \Delta_2.$$

Отсюда ясно:  $\Delta_1 \leq Ch^{\lambda-\alpha}$ .

Обратимся к  $\Delta_2$  и рассмотрим два возможных случая:  $x-a \leq h$  и  $x-a > h$ .

В первом случае, применяя оценку  $|\sigma_1^\mu - \sigma_2^\mu| \leq |\sigma_1 - \sigma_2|^\mu, (\sigma_1 \neq \sigma_2)$ , имеем

$$\Delta_2 \leq C(x-a)^{\lambda-\alpha} (x+h-a)^{-\alpha} \leq Ch^{\lambda-\alpha}.$$

Во втором случае, применяя неравенства  $(1+x)^\mu - 1 \leq \mu x, (0 \leq \mu \leq 1, x \geq 0)$ , получим

$$\Delta_2 \leq C(x-a)^\lambda \left[ \left(1 + \frac{h}{x-a}\right)^\alpha - 1 \right] (x+h-a)^{-\alpha} \leq Ch(x+h-a)^{\lambda-\alpha-1} \leq Ch^{\lambda-\alpha}.$$

**Лемма 2.** Если  $f(x) \in H^\lambda([a, b])$ ,  $\alpha < \lambda \leq 1$ , то

$$(D_{a+}^\alpha f)(x) = \Gamma^{-1}(1-\alpha)f(a)(x-a)^{-\alpha} + \psi(x),$$

где  $\psi(x) \in H^{\lambda-\alpha}([a, b])$  и  $\psi(a) = 0$ , при этом  $\|\psi\|_{H^{\lambda-\alpha}} \leq C\|f\|_{H^\lambda}$ .

**Доказательство.** Согласно (6) и (7), достаточно показать, что

$$\Psi_2(x) = \int_0^{x-a} t^{-1-\alpha} [f(x) - f(x-t)] dt \in H^{\lambda-\alpha}.$$

Имеем

$$\begin{aligned} \Psi_2(x+h) - \Psi_2(x) &= \int_0^{x-a} [f(x) - f(x-t)] [(t+h)^{-1-\alpha} - t^{-\alpha-1}] dt + \\ &+ \int_{-h}^0 \frac{f(x+h) - f(x-t)}{(t+h)^{1+\alpha}} dt + \int_0^{x-a} \frac{f(x+h) - f(x)}{(t+h)^{1+\alpha}} dt = I_1 + I_2 + I_3. \end{aligned}$$

Заметим, что

$$\begin{aligned} |I_1| &\leq C \int_0^\infty t^\lambda |(t+h)^{-1-\alpha} - t^{-1-\alpha}| dt = C_1 h^{\lambda-\alpha}, \quad \text{где } C_1 = C \int_0^\infty t^\lambda |(t+1)^{-1-\alpha} - t^{-1-\alpha}| dt < \infty, \\ |I_2| &\leq C \int_{-h}^0 (t+h)^{\lambda-\alpha-1} dt = C_2 h^{\lambda-\alpha}, \quad |I_3| \leq Ch^\lambda \int_0^\infty (t+h)^{-\alpha-1} dt = C_3 h^{\lambda-\alpha} \end{aligned}$$

Остается заметить, что  $\Psi_2(0) = 0$ , поскольку  $|\Psi_2(x)| \leq C \int_0^{x-a} t^{\lambda-\alpha-1} dt$ . Лемма доказана.

#### 4. Основные результаты.

**Лемма 3.** Пусть  $f(x, y) \in H^{\lambda, \gamma}(Q)$ ,  $\alpha < \lambda \leq 1, \beta < \gamma \leq 1$ . Тогда для (1) имеет место представление

$$(D_{0+, 0+}^{\alpha, \beta} f)(x, y) = \frac{f(0, 0)x^{-\alpha}y^{-\beta} + y^{-\beta}\psi_1(x) + x^{-\alpha}\psi_2(y) + \psi(x, y)}{\Gamma(1-\alpha)\Gamma(1-\beta)}, \quad (8)$$

и имеют место неравенства



$$|\psi_1(x)| \leq C_1 x^{\lambda+\alpha}, \quad |\psi_2(y)| \leq C_2 y^{\gamma+\beta} \quad \text{и} \quad |\psi(x, y)| \leq C x^{\theta\lambda-\alpha} y^{(1-\theta)\gamma-\beta} \quad (9)$$

где

$$\begin{aligned} \psi_1(x) &= x^{-\alpha} [f(x, 0) - f(0, 0)] + \alpha \int_0^x [f(x, 0) - f(t, 0)] (x-t)^{-\alpha-1} dt, \\ \psi_2(y) &= y^{-\beta} [f(0, y) - f(0, 0)] + \beta \int_0^y [f(0, y) - f(0, \tau)] (y-\tau)^{-\beta-1} d\tau, \\ \psi(x, y) &= x^{-\alpha} y^{-\beta} \left( \Delta_{x,y}^{1,1} f \right) (0, 0) + \alpha y^{-\beta} \int_0^x \left( \Delta_{x-t,y}^{1,1} f \right) (t, 0) (x-t)^{-\alpha-1} dt + \\ &+ \beta x^{-\alpha} \int_0^y \left( \Delta_{x,y-\tau}^{1,1} f \right) (0, \tau) (y-\tau)^{-\beta-1} d\tau + \alpha\beta \int_0^x \int_0^y \left( \Delta_{x-t,y-\tau}^{1,1} f \right) (t, \tau) (x-t)^{-\alpha-1} (y-\tau)^{-\beta-1} dt d\tau. \end{aligned}$$

**Доказательство.** Представление (8) само по себе получается из равенства (2). Так как  $f \in H^{\lambda,\gamma}(Q)$  неравенства (9) очевидны. Оценка получается из неравенств (4) и (5).

**Теорема 1.** Пусть  $f(x, y) \in H_0^{\lambda,\gamma}(Q)$ ,  $\alpha < \lambda \leq 1$ ,  $\beta < \gamma \leq 1$ . Оператор  $\mathbf{D}_{0+,0+}^{\alpha,\beta}$  ограниченно действует из  $H_0^{\lambda,\gamma}(Q)$  в  $H_0^{\lambda-\alpha,\gamma-\beta}(Q)$ .

**Доказательство.** Так как  $f \in H_0^{\lambda,\gamma}$  из (8) имеем  $(\mathbf{D}_{0+,0+}^{\alpha,\beta} f)(x, y) = \psi(x, y)$ .

Пусть  $h > 0$ ;  $x, x+h \in Q_1 = [0, b]$ . Рассмотрим разность

$$\begin{aligned} \psi(x+h, y) - \psi(x, y) &= y^{-\beta} \left[ (x+h)^{-\alpha} \left( \Delta_{h,y}^{1,1} f \right) (0, 0) + \left( \Delta_{x,y}^{1,1} f \right) (0, 0) [(x+h)^{-\alpha} - x^{-\alpha}] + \right. \\ &+ \alpha \left( \int_0^x (x+h-t)^{-\alpha-1} \left( \Delta_{h,y}^{1,1} f \right) (x, 0) dt + \int_x^{x+h} \left( \Delta_{x+h-t,y}^{1,1} f \right) (t, 0) (x+h-t)^{-\alpha-1} dt + \right. \\ &+ \left. \left. \int_0^x \left( \Delta_{x-t,y}^{1,1} f \right) (t, 0) [(x+h-t)^{-\alpha-1} - (x-t)^{-\alpha-1}] dt \right) \right] + \beta \left( (x+h)^{-\alpha} \int_0^y \frac{\left( \Delta_{h,y-\tau}^{1,1} f \right) (0, \tau)}{(y-\tau)^{-\beta-1}} d\tau + \right. \\ &+ \left. [(x+h)^{-\alpha} - x^{-\alpha}] \int_0^y \left( \Delta_{x,y-\tau}^{1,1} f \right) (0, \tau) (y-\tau)^{-\beta-1} d\tau \right) + \alpha\beta \left( \int_0^x \int_0^y \frac{\left( \Delta_{h,y-\tau}^{1,1} f \right) (x, \tau) dt d\tau}{(x+h-t)^{1+\alpha} (y-\tau)^{1+\beta}} + \right. \\ &+ \int_x^{x+h} \int_0^y \left( \Delta_{x+h-t,y-\tau}^{1,1} f \right) (t, \tau) (x+h-t)^{-\alpha-1} (y-\tau)^{-\beta-1} dt d\tau + \\ &+ \left. \int_0^x \int_0^y \left( \Delta_{x-t,y-\tau}^{1,1} f \right) (t, \tau) (y-\tau)^{-\beta-1} [(x+h-t)^{-\alpha-1} - (x-t)^{-\alpha-1}] dt d\tau \right). \quad (10) \end{aligned}$$

Так как  $f \in H_0^{\lambda,\gamma}$  и  $\forall \theta \in [0, 1]$ , то тогда рассмотрим случай  $\theta = 1$ . Тогда

$$\begin{aligned} |\psi(x+h, y) - \psi(x, y)| &\leq C \left( y^{-\beta} + \int_0^y (y-\tau)^{\gamma-\beta-1} d\tau \right) \left[ h^\lambda (x+h)^{-\alpha} + x^\lambda |(x+h)^{-\alpha} - x^{-\alpha}| + \right. \\ &+ \left. h^\lambda \int_0^x (x+h-t)^{-\alpha-1} dt + \int_x^{x+h} (x+h-t)^{\lambda-1-\alpha} dt + \int_0^x (x-t)^\lambda [(x+h-t)^{-\alpha-1} - (x-t)^{-\alpha-1}] dt \right] \end{aligned}$$

Используя оценки  $\Delta_1, \Delta_2$  из доказательства леммы 1 и оценки  $I_1, I_2, I_3$  из доказательства леммы 2, легко можно убедиться в справедливости неравенства

$$|\psi(x+h, y) - \psi(x, y)| \leq C h^{\lambda-\alpha}.$$

Перегруппировав симметричные представления (10), можем подобным образом получить, что

$$|\psi(x, y+h) - \psi(x, y)| \leq C h^{\gamma-\beta}.$$

которые завершают доказательство теоремы.

**Теорема 2.** Пусть  $f(x, y) \in \tilde{H}_0^{\lambda, \gamma}(Q)$ ,  $\alpha < \lambda \leq 1$ ,  $\beta < \gamma \leq 1$ . Оператор  $\mathbf{D}_{0+,0+}^{\alpha, \beta}$  ограниченно действует из  $\tilde{H}_0^{\lambda, \gamma}(Q)$  в  $\tilde{H}_0^{\lambda-\alpha, \gamma-\beta}(Q)$ .

**Доказательство.** Пусть  $f(x, y) \in \tilde{H}_0^{\lambda, \gamma}(Q)$ . Тогда  $(\mathbf{D}_{0+,0+}^{\alpha, \beta} f)(x, y) = \psi(x, y)$ . Основным моментом в данном случае будет нахождение соответствующего разложения, которое позволит получить лучшие оценки при каждом переменных не теряя соответствующих оценок в других переменных. Предложенное разложение после некоторых несложных преобразований имеет вид

$$\begin{aligned} \left( \Delta_{h,\eta}^{1,1} \psi \right)(x, y) &= \left( \Delta_{h,\eta}^{1,1} f \right)(x, y)(x+h)^{-\alpha} (y+\eta)^{-\beta} + \left( \Delta_{h,y}^{1,1} f \right)(x, 0) \left[ (y+\eta)^{-\beta} - \right. \\ &- y^{-\beta} \left. \right] (x+h)^{-\alpha} + \left( \Delta_{x,\eta}^{1,1} f \right)(0, y) (y+\eta)^{-\beta} \left[ (x+h)^{-\alpha} - x^{-\alpha} \right] + \left( \Delta_{x,y}^{1,1} f \right)(0, 0) \left[ x^{-\alpha} - \right. \\ &- (x+h)^{-\alpha} \left. \right] \left[ y^{-\beta} - (y+\eta)^{-\beta} \right] + \beta (x+h)^{-\alpha} \left( \int_y^{y+\eta} \left( \Delta_{h,y+\eta-\tau}^{1,1} f \right)(x, \tau) (y+\eta-\tau)^{-1-\beta} d\tau + \right. \\ &+ \left. \int_0^y \left( \Delta_{h,\eta}^{1,1} f \right)(x, y) (y+\eta-\tau)^{-1-\beta} d\tau + \int_0^y \left( \Delta_{h,y-\tau}^{1,1} f \right)(x, \tau) \left[ (y-\tau)^{-1-\beta} - (y+\eta-\tau)^{-1-\beta} \right] d\tau \right) + \\ &+ \beta \left[ x^{-\alpha} - (x+h)^{-\alpha} \right] \left( \int_y^{y+\eta} \left( \Delta_{x,y+\eta-\tau}^{1,1} f \right)(0, \tau) (y+\eta-\tau)^{-1-\beta} d\tau + \right. \\ &+ \left. \int_0^y \left( \Delta_{x,\eta}^{1,1} f \right)(0, y) (y+\eta-\tau)^{-1-\beta} d\tau + \int_0^y \left( \Delta_{x,y-\tau}^{1,1} f \right)(0, \tau) \left[ (y-\tau)^{-1-\beta} - (y+\eta-\tau)^{-1-\beta} \right] d\tau \right) + \\ &+ \alpha (y+\eta)^{-\beta} \left( \int_x^{x+h} \left( \Delta_{x+h-t,\eta}^{1,1} f \right)(t, y) (x+h-t)^{-1-\alpha} dt + \int_0^x \left( \Delta_{h,\eta}^{1,1} f \right)(x, y) (x+h-t)^{-1-\alpha} dt + \right. \\ &+ \left. \int_0^x \left( \Delta_{x-t,\eta}^{1,1} f \right)(t, y) \left[ (x-t)^{-1-\alpha} - (x+h-t)^{-1-\alpha} \right] dt \right) + \alpha \left[ (y+\eta)^{-\beta} - \right. \\ &- y^{-\beta} \left. \right] \left( \int_x^{x+h} \left( \Delta_{x+h-t,y}^{1,1} f \right)(t, 0) (x+h-t)^{-1-\alpha} dt + \int_0^x \left( \Delta_{h,y}^{1,1} f \right)(x, 0) (x+h-t)^{-1-\alpha} dt + \right. \\ &+ \left. \int_0^x \left( \Delta_{x-t,y}^{1,1} f \right)(t, 0) \left[ (x-t)^{-1-\alpha} - (x+h-t)^{-1-\alpha} \right] dt \right) + \int_0^x \int_0^y \frac{\left( \Delta_{h,\eta}^{1,1} f \right)(x, y) dt d\tau}{(x+h-t)^{1+\alpha} (y+\eta-\tau)^{1+\beta}} + \\ &+ \int_0^x \int_y^{y+\eta} \left( \Delta_{h,y+\eta-\tau}^{1,1} f \right)(x, \tau) (x+h-t)^{-1-\alpha} (y+\eta-\tau)^{-1-\beta} dt d\tau + \\ &+ \int_0^x \int_0^y \left( \Delta_{h,y-\tau}^{1,1} f \right)(x, \tau) (x+h-t)^{-1-\alpha} \left[ (y-\tau)^{-1-\beta} - (y+\eta-\tau)^{-1-\beta} \right] dt d\tau + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + \int_x^{x+h} \int_0^y \left( \Delta_{x+h-t, \eta}^{1,1} f \right) (t, y) (x+h-t)^{-1-\alpha} (y+\eta-\tau)^{-1-\beta} dt d\tau + \\
& + \int_x^{x+h} \int_y^{y+\eta} \left( \Delta_{x+h-t, y+\eta-\tau}^{1,1} f \right) (t, \tau) (x+h-t)^{-1-\alpha} (y+\eta-\tau)^{-1-\beta} dt d\tau + \\
& + \int_x^{x+h} \int_0^y \left( \Delta_{x+h-t, y-\tau}^{1,1} f \right) (t, \tau) (x+h-t)^{-1-\alpha} \left[ (y-\tau)^{-1-\beta} - (y+\eta-\tau)^{-1-\beta} \right] dt d\tau + \\
& + \int_0^x \int_0^y \left( \Delta_{x-t, \eta}^{1,1} f \right) (t, y) (y+\eta-\tau)^{-1-\beta} \left[ (x-t)^{-1-\alpha} - (x+h-t)^{-1-\alpha} \right] dt d\tau + \\
& + \int_0^x \int_y^{y+\eta} \left( \Delta_{x-t, y+\eta-\tau}^{1,1} f \right) (t, \tau) (y+\eta-\tau)^{-1-\beta} \left[ (x-t)^{-1-\alpha} - (x+h-t)^{-1-\alpha} \right] dt d\tau + \\
& + \int_0^x \int_0^y \left( \Delta_{x-t, y-\tau}^{1,1} f \right) (t, y) \left[ (x-t)^{-1-\alpha} - (x+h-t)^{-1-\alpha} \right] \left[ (y-\tau)^{-1-\beta} - (y+\eta-\tau)^{-1-\beta} \right] dt d\tau.
\end{aligned}$$

Используя  $f \in H_0^{\lambda, \gamma}(Q)$ , а также используя оценки  $\Delta_1, \Delta_2$  из доказательства леммы 1 и оценки  $I_1, I_2, I_3$  из доказательства леммы 2, легко можно убедиться в справедливости неравенства

$$\left| \left( \Delta_{h, \eta}^{1,1} \psi \right) (x, y) \right| \leq Ch^{\lambda-\alpha} \eta^{\gamma-\beta}.$$

Это завершает доказательство.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рубин, Б.С. Дробные интегралы и рисовые потенциалы с радиальной плотностью в пространствах со степенным весом. Изв. высш. учеб. заведений. Мат. – Т. 21. – № 5. – 1986. – С. 488-503.
2. Карапетянц, Н.К., Мурдаев, Х.М., Якубов, А.Я. Об изоморфизме, осуществляемом дробными интегралами в обобщенных классах Никольского. Изв. вузов. Матем. – 1992. – № 9. – С. 49-58.
3. Самко, С.Г., Килбас, А.А., Маричев, О.И. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения. – Минск : «Наука и техника», 1987.
4. Самко, С.Г., Мурдаев, Х.М. Весовые оценки Зигмунда для дробного дифференцирования и интегрирования и их приложения. Тр. МИАН СССРЖ – Т. 180, 1987. – С. 197- 198.
5. Самко, С.Г., Мурдаев, Х. М. Весовые оценки модулей непрерывности дробных интегралов от функций, имеющих с весом заданный модуль непрерывности. Деп. в ВИНТИ. – Ростов-на-Дону. – 1986. – № 3351-В. – С. 42.
6. Самко, С.Г., Мурдаев, Х. М. Действие дробного интегро-дифференцирования в весовых обобщенных пространствах Гельдера  $H_0^\omega(\rho)$  с весом  $\rho(x) = (x-a)^\mu (b-x)^\nu$ . Деп. в ВИНТИ. – Ростов-на-Дону. – 1986. – № 3350-В. – С. 25.
7. Маматов, Т.Ю. Смешанные дробные интегральные операторы в пространствах Гельдера. «Наука и Мир». – Волгоград. – № 1 (1). – 2013. – С. 30-38.
8. Mamatov, T., Samko, S. Mixed Fractional Integration Operators in Mixed Weighted Hölder Spaces. FC&AA. – Vol.13. – Num 3. – 2010. – p. 245-259.

Материал поступил в редакцию 27.03.14.

#### THE MIXED FRACTIONAL DIFFERENTIAL OPERATORS IN HÖLDER SPACES

**T.Yu. Mamatov**, Assistant, Mechanical and Mathematical Faculty, Department of Computational Methods Samarkand State University, Uzbekistan

**Abstract.** We study mixed fractional differentiation operators in the form Marchaud of functions variables in Hölder spaces of different orders in each variables. We consider Hölder spaces defined both by first order differences in each variable and also by the mixed second order difference, the main interest being in the evaluation of the latter for the fractional differentiation operators in the form Marchaud in both the cases where the density of the integral belongs to the Hölder class defined by usual or mixed differences. The obtained results extend the well known theorem of Hardy-Littlewood for one-dimensional fractional differentials to the case of mixed Hölderness.

**Keywords:** Functions of two variables, the fractional derivative Marchaud, the mixed fractional differential, mixed a difference, Hölder spaces.

УДК 537.9; 539.2

## МОЛЕКУЛЯРНОЕ СТРОЕНИЕ МЕТАЛЛОВ

**А.А. Потапов**, доктор химических наук, кандидат физико-математических наук, профессор  
(Иркутск), Россия

***Аннотация.** Обсуждается проблема описания металлических кристаллов, исходя из новых представлений о молекулярном строении вещества, согласно которым структурообразующими элементами выступают не ионы, как это принято в известных моделях, а двухатомные молекул в узлах кристаллической решетки. Дается обоснование молекулярного строения металлов и объяснение свойств и эффектов, наблюдаемых в эксперименте.*

***Ключевые слова:** металлические кристаллы, молекулярная модель, ковалентная связь, межмолекулярные взаимодействия.*

Наблюдаемые свойства вещества при заданном составе определяются его надмолекулярной структурой, которая в свою очередь определяется электронным строением составляющих данное вещество атомов и молекул. При нормальных условиях металлы в большинстве случаев кристаллизуются в плотноупакованные кубическую или гексагональную структуры.

В настоящее время описание свойств металлов осуществляется в рамках теорий Друде и Зоммерфельда, в основании которых лежит модель свободных и независимых электронов. Согласно данной модели, получившей название модели "желе", ионный каркас металла погружен в электрон-газовую среду. В последующем данная модель легла в основу и зонной теории. Она смогла удовлетворительным образом описать основные электрические и тепловые свойства металлов, хотя недостатки ее хорошо известны и отражают внутреннюю противоречивость модели свободных и независимых электронов и физическую несостоятельность зонной теории металлов [1, 11].

Во-первых, в модели "желе" приняты нефизические допущения, согласно которым кристаллы металлов представлены в виде жесткой решетки, узлами которой выступают положительно заряженные ионы и отрицательные электроны, свободно перемещающиеся в межионном пространстве. Но противоположно заряженные частицы в соответствии с законом Кулона всегда стремятся к максимально возможному сближению. Именно этот принцип заложен в основополагающей теореме Ирншоу, согласно которой система статических зарядов не может быть устойчивой. Данное положение подтверждается тем фактом, что время жизни атомов металлов в свободном состоянии очень мало и в газовой фазе они образуют двухатомные молекулы, типа  $Li_2$ ,  $Al_2$ ,  $Ag_2$ ,  $Fe_2$  и т.п. Физических оснований для их ионизации или диссоциации в процессе образования конденсированной фазы вещества нет. Надо полагать, что в процессе кристаллизации металлов молекулы сохраняют свою индивидуальность. Во-вторых, кристаллическая структура металлов предполагает наличие в системе направленных сил. Но согласно закону Кулона силы притяжения, возникающие между катионами и электронами, не являются направленными и не объясняют полиморфизм и многообразие кристаллических и аморфных структур металлов [5]. В-третьих, объяснение плотноупакованной структуры металлов строится на основе геометрического принципа заполнения пространства сферами равного размера (равновеликими шарами) [5]. Но радиусы катионов атомов металлов много меньше постоянной кристаллической решетки и при таком соотношении их размеров реальные кристаллы не могут рассматриваться как плотноупакованные структуры. Кроме этого, модель плотнейшей упаковки равновеликими шарами допускает физически невозможный механический контакт между одноименными зарядами катионов. В-четвертых, в модели "желе" приняты приближение свободных электронов, которое заключается в пренебрежении роли ионов, и приближение независимых электронов, которое заключается в предположении малости сил взаимодействия между электронами. Оба эти приближения физически не обоснованы. При характерных размерах элементарных ячеек металлов энергия кулоновских взаимодействий между зарядами катионов и электронов оценивается величинами порядка  $(5 \div 10)$  эВ, что соизмеримо с энергией ионизации исходных атомов металлов и энергией связи самих кристаллов. Более того, именно эти взаимодействия играют решающую роль в формировании структуры металлов. В-пятых, структура кристаллов устанавливается на основании данных рентгеноструктурного анализа. При этом считается, что рефлексы в рентгеновских спектрах металлов обязаны упругому рассеянию рентгеновских волн на электронных оболочках ионов в узлах решетки. Но механизм упругого рассеяния однозначно определяется поляризуемостью микрочастиц [7, 12], которая у катионов атомов металлов очень мала и не может объяснить наблюдаемые у металлов рентгеновские спектры.

Создалось недопустимое противоречие между принятой в настоящее время моделью свободных электронов в металлах и фундаментальными законами взаимодействия зарядов микрочастиц, составляющих кристалл. Противоречие снимается в предлагаемой автором модели молекулярного строения металлов.

В основе модели молекулярного строения металлов лежит гипотеза [9], которая заключается в том, что решетка металлов состоит не из ионов (как в модели "желе"), а из двухатомных молекул. Двухатомные молекулы выступают в роли структурообразующих единиц кристалла, так что они, а точнее – их двухэлектронные орбиты, формируют узлы кристаллической решетки металлов. Обоснованием этой модели может служить тот факт, что в газовой фазе щелочные металлы находятся в молекулярном состоянии. В процессе конденсации (при фазовом переходе) молекулы в твердом состоянии сохраняют свою индивидуальность, т.е. не диссоциируют и не ионизируются. Подтверждением тому может служить наличие устойчивых структур, типа димеров  $Me_2$ , тримеров  $Me_3$ , тетрамеров  $Me_4$  и т.п. Существенным представляется и то, что энергия связи атомов в многоатомных кластерах металлов и в веществе остается приблизительно на одном уровне, что свидетельствует об отсутствии каких-либо структурных переходов в процессе кристаллизации металлов [8].

Подтверждением молекулярной структуры металлов могут служить их термодинамические параметры [3]. Для металлов общая энергия кристаллов складывается из следующих составляющих вкладов

$$u = u_{ep} + u_{кр} + u_{рас} + u_{исп}, \quad (1)$$

где  $u_{ep}$  – энергия межмолекулярных электростатических (заряд-дипольных) взаимодействий,  $u_{кр}$  – энергия кристаллизации, равная энтальпии плавления  $\Delta H_{пл}$  кристалла;  $u_{рас}$  – энергия межмолекулярных взаимодействий в расплаве металла,  $u_{исп}$  – энергия испарения, равная энтальпии испарения при температуре кипения. Сумма величин ( $u_{ep} + u_{кр}$ ) представляет энергию связи  $u_{св}$  кристалла, где  $u_{ep} = nkT_{пл}$  ( $n$  – координационное число, равное числу межмолекулярных связей,  $T_{пл}$  – температура плавления,  $kT_{пл}$  – тепловая энергия); и  $u_{кр} = \Delta H_{пл}$ . Энергию  $u_{рас}$  можно выразить в соответствии с известным соотношением  $u_{рас} = u_{вяз} \approx u_{св}/4$ , где  $u_{вяз}$  – энергия вязкости расплава. Количественный анализ составляющих вкладов в общую энергию  $u$  приводит к выводу, что энергия  $u_{исп}$  численно совпадает с энергией диссоциации структурообразующих молекул, т.е. представляет собой энергию ковалентной связи этих молекул. Отсюда следует, что состав кристаллических металлов является не ионным, а молекулярным.

Таким образом, есть все основания для утверждения, что структурными элементами металлических кристаллов выступают не ионы, как это принято полагать в существующих теориях, а двухатомные молекулы.

Исходным пунктом для аналитического описания молекулярного строения металлов являются кольцевая модель ковалентной связи молекул и идея связевой проводимости [6, 8]. Характерные особенности кольцевой ковалентной связи можно установить на примере молекул, образованных атомами щелочных металлов [8].

Атомы щелочных металлов имеют на своих внешних оболочках по одному валентному электрону. Они жестко связаны с остовом атома и образуют дипольный момент. Наличие у атомов металлов дипольного момента объясняет высокую электрическую и, соответственно, химическую активность атомов [10]. Поэтому атомы щелочных металлов при обычных условиях стремятся к объединению в молекулы или соединения с насыщенными связями. Примером могут служить димеры  $M_2$ , устойчивость которых обязана ковалентной двухэлектронной связи между атомами  $M - M$  [8]. Согласно кольцевой модели молекулы щелочных металлов  $Me_2$  представляют пару ковалентно связанных между собой катионов  $Me^+$  атомов щелочного металла [8]. Ковалентная связь образуется в результате переноса валентных электронов атомов и их обобществления на молекулярной двухэлектронной орбите. Плоскость орбиты располагается между катионами атомов металла перпендикулярно линии связи между катионами. Устойчивость молекул достигается благодаря балансу кулоновских сил притяжения между электронами молекулярной орбиты с каждым из катионов, с одной стороны, и сил взаимного отталкивания катионов, – с другой. Механизм образования ковалентной связи молекул  $Me_2$  такой же, как и у гомоатомных молекул (типа молекул водорода, азота, кислорода) [2, 8]. Электроны на молекулярной круговой орбите делокализованы (радиус молекулярной орбиты намного превышает радиусы катионов) и, находясь между катионами  $Me^+$ , определяют положение максимума в распределении электронной плотности молекул [8]. Такое электронное строение молекул  $Me_2$  обеспечивает все необходимые условия для формирования молекулярных металлических кристаллов, структурообразующими единицами которых выступают двухатомные молекулы.

В молекулярной модели вещества металлические кристаллы, как было отмечено выше, представляют пространственную решетку, узлы которой составляют двухэлектронные орбиты молекул. Формирование кристаллической структуры обязано направленным электростатическим силам взаимодействия между зарядами остовов атомов, с одной стороны, и зарядами электронов на молекулярных орбитах, – с другой [7, 8]. В этом отношении металлические кристаллы подобны молекулярным кристаллам, типа азота, кислорода, галогенов и т.п., у которых узлами решетки выступают двухатомные молекулы  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $Hal_2$  [2]. Различие между структурными типами кристаллов объясняется различием электронных конфигураций молекул и в первую очередь степенью перекрытия молекулярных орбит. У металлов молекулярные орбиты перекрываются, а у молекулярных кристаллов – нет. В обоих случаях формирование кристаллической решетки осуществляется благодаря

межмолекулярным взаимодействиям, имеющим невалентную электростатическую природу. Различие между ними чисто количественное. У молекул металлов потенциалы ионизации относительно небольшие и электроны на связях делокализованы, что обуславливает возможность перекрытия молекулярных орбит и что объясняет высокую проводимость по связям. У молекулярных кристаллов напротив, потенциалы ионизации достаточно большие, чтобы обеспечить локализацию электронов на связях. Поэтому их молекулярные орбиты не перекрываются и перенос электронов по связям оказывается ограниченным.

Для иллюстрации характера распределения электронной плотности на рисунке 1 приведена ОЦК-структура щелочного металла, узлы решетки которого образованы молекулами. Каждая из молекул представляет собой кольцо (показаны пунктиром) на оси молекулы. Особенность двухатомных молекул (кружками показаны остовы атомов) в том, что их круговые двухэлектронные (электроны показаны точками) орбиты формируют объемное распределение электронной плотности в кристалле.

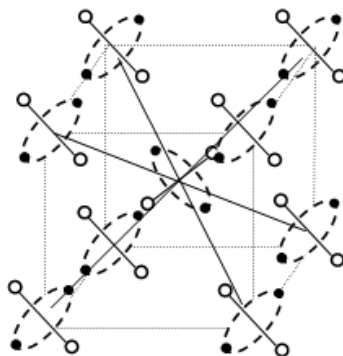


Рис. 1. Схематическое изображение ОЦК-структуры щелочного металла в модели молекулярной кристаллической решетки. Пунктиром изображены молекулярные орбиты. Точками на орбитах показаны электроны. Светлыми кружками показаны остовы-катионы атомов щелочных металлов

В модели кольца на оси молекулы [8] двухатомные молекулы металлов можно представить, как совокупность локальных дипольных моментов, образуемых жестко связанными между собой положительными зарядами катионов (остовов атомов) и отрицательными зарядами электронов на молекулярных орбитах. На относительно больших расстояниях молекулы в силу их электрической нейтральности слабо взаимодействуют друг с другом. На расстояниях, соизмеримых с размерами атомов, между молекулами возникает пространственная асимметрия в распределении зарядов и начинают проявляться заряд-зарядовые и диполь-дипольные взаимодействия, которые стремятся развернуть молекулы так, чтобы их оси стали взаимно перпендикулярными. При такой ортогональной ориентации молекул система приобретает минимальную потенциальную энергию [7]. Надо полагать, что такая взаимная ориентация молекул предопределяет образование упорядоченной плотноупакованной кристаллической структуры металла. В аморфном состоянии металлов трансляционная периодичность нарушается, но характер и интенсивность межмолекулярных взаимодействий остаются практически неизменными.

С учетом симметричного распределения молекул в кристалле и взаимно перпендикулярной ориентации их дипольных моментов, в первом приближении можно записать уравнение баланса парных взаимодействий [7]

$$u = -\frac{q_c q_e}{l_1} + \frac{2p_n^2 \cos \varphi}{l_2^3}, \quad (2)$$

где первое слагаемое представляет энергию взаимного притяжения эффективных зарядов каждого из катионов  $q_c$  и электронов  $q_e$  на молекулярной орбите, находящихся на расстоянии  $l_1$ ; второе слагаемое в (2) представляет энергию взаимного отталкивания локальных дипольных моментов  $p_n$ , принадлежащих разным молекулам как показано на рис. 2,  $l_2$  – расстояние между этими диполями;  $\varphi$  – угол между направлениями диполей, принадлежащих разным молекулам.

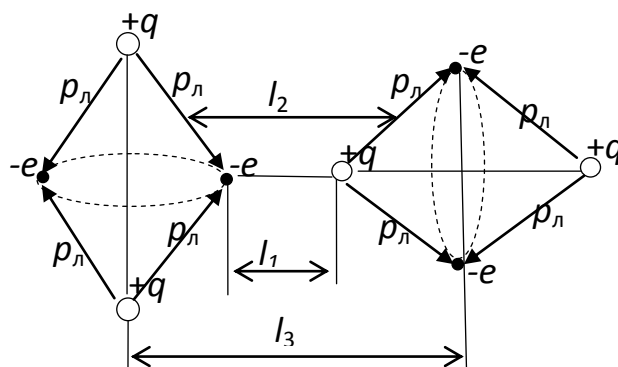


Рис. 2. Схематическое изображение молекул в модели парного взаимодействия по (2). Точками показаны электроны, светлыми кружками – остовы-катионы, пунктиром – двухэлектронные молекулярные орбиты

На рис.2 приведена схема парного взаимодействия молекул по (2). Здесь точками показаны электроны, светлыми кружками – остовы-катионы, пунктиром – двухэлектронные молекулярные орбиты связи. В равновесном состоянии система имеет минимум потенциальной энергии, который обязан тому обстоятельству, что энергии притяжения и отталкивания молекул по (2) зависят от расстояния между ними по разным степенным законам. Направленный характер заряд-дипольных взаимодействий является необходимым и достаточным условием для формирования жестко связанной кристаллической структуры.

Формирование молекулярной структуры металлов в целом определяется кооперативным характером взаимодействия молекул, которое в уравнении (2) может быть учтено дополнительным слагаемым,

$$u = -\frac{q_c q_e}{l_1} + \frac{2p_l^2 \cos \varphi}{l_2^3} + \frac{q_e p}{l_3^2} k, \quad (3)$$

которое представляет энергию взаимодействия эффективных зарядов  $q_e$  электронов на связи с дипольными моментами  $p$  окружающих молекул, определяемых координационным числом  $k$  и находящихся на расстоянии  $l_3$ .

Этим слагаемым раскрывается механизм формирования кристаллической структуры, который обязан высокой направленностью электростатических взаимодействий между открытыми зарядами катионов и электронов на связи [7]. Благодаря совместным заряд-дипольным взаимодействиям молекулы стремятся развернуться по отношению друг к другу так, чтобы расстояние  $l_1$  между катионами молекул и электронами молекулярной орбиты было бы минимальным, и система приняла бы состояние с минимальной потенциальной энергией (рис. 2). При этом энергия межмолекулярной связи  $u$  служит количественной мерой устойчивости кристалла.

Вместе с этим межмолекулярные взаимодействия зарядов катионов и электронов на связи приводят к значительному изменению потенциала ионизации электронов на молекулярных орбитах. Если уменьшение энергии ковалентной связи каждой из молекул проявляется в растягивающем действии со стороны электронов молекулярных орбит, находящихся на одной линии с осью выделенной молекулы, то на электроны молекулярной орбиты действуют как минимум четыре катиона (см. рис.1). Их действие приводит к снижению потенциала ионизации электронов на связи и соответственно к увеличению радиуса молекулярной орбиты до уровня, при котором молекулярные орбиты становятся перекрывающимися. Именно перекрывание молекулярных орбит является необходимым условием переноса электронов по связям. В первом приближении энергию ионизации по аналогии с (2) можно представить в виде

$$\varepsilon = -\frac{q_c q_e}{l_1} + \frac{2p^2 \cos \varphi}{l_2^3} + \frac{q_e p}{l_3^2} \eta, \quad (4)$$

где третье слагаемое представляет энергию взаимодействия эффективных зарядов  $q_e$  электронов на связи с дипольными моментами  $p$  окружающих молекул с координационным числом  $\eta$  и находящихся на эффективном расстоянии  $l_3$  (рис. 2).

Другим примером организации молекулярного строения металлов могут служить атомы III группы таблицы Менделеева (*Al, Ga, In, Tl*). Согласно диполь-оболочечной модели у атомов III группы три валентных электрона образуют три локальных дипольных момента, которые обеспечивают атомам высокую химическую активность [10]. Поэтому в нормальных условиях атомы стремятся объединиться в более устойчивые структуры. Примером могут служить димеры атомов III группы, устойчивость которых обеспечивает двухэлектронная ковалентная связь [8]. При этом из трех валентных электронов на образование ковалентной связи идут по одному валентному электрону от каждого атома. Оставшиеся два валентных электрона атома образуют относитель-

но устойчивую пару связанных между собой эллиптических орбит [10]. В результате переноса электронов на молекулярную двухэлектронную орбиту атомы ионизируются, приобретая положительные заряды; образуется система взаимосвязанных зарядов, которые создают двухэлектронную ковалентную связь наподобие связи молекул, образуемых атомами щелочных металлов [8]. В этом отношении механизм образования димеров и строение ковалентной связи между атомами III группы такой же, как у димеров атомов щелочных металлов. Различия в строении катионов в составе молекулы: у атомов I группы – это остовы с зарядом  $Me^+$ , а у атомов III группы – валентная оболочка ионизированного атома, также имеющая единичный заряд катиона (типа  $Al^+$ ).

Другие металлы имеют аналогичную молекулярную структуру.

Модель молекулярного строения металлических кристаллов согласуется с данными рентгеноструктурного анализа. Рефлексы рентгеновских спектров соответствуют максимумам в распределении электронной плотности кристалла, которым в предлагаемой модели соответствуют двухэлектронные молекулярные орбиты, являющиеся узлами кристаллической решетки.

Молекулярная модель металлических кристаллов позволяет объяснить и физически обосновать их наблюдаемые свойства и эффекты.

1. *Зависимость коэффициента Холла и наличие у ряда металлов положительного коэффициента Холла* [1]. В каждый момент времени электроны на молекулярных орбитах имеют противоположные направления движения, поэтому силы Лоренца, действующие на эти электроны в магнитном поле, также должны иметь разные направления. В зависимости от конфигурации и типа симметрии кристалла, проекции разнонаправленных сил Лоренца будут давать коэффициенты Холла одного или другого знака.

2. *Нарушение закона Видемана-Франца* [1], который утверждает, что отношение соответствующих параметров теплопроводности и электропроводности дает постоянную величину. В молекулярной модели вещества перенос тепла и электрических зарядов осуществляется по разным каналам. Тепло передается по межмолекулярным связям, а электрические заряды – по молекулярным орбитам. Закон Видемана-Франца выполняется в системах с перекрывающимися молекулярными оболочками, степень перекрывания которых пропорциональна энергии межмолекулярных невалентных связей. В этом случае каналы тепло- и электропроводности оказываются тесно взаимосвязанными и коррелированными. Для систем с ковалентными связями, перенос тепловой энергии осуществляется благодаря ковалентным связям между молекулами. Например, теплопроводность кристаллического углерода, благодаря наличию у него жестко связанной сетки молекулярных связей, оказывается даже выше чем у меди. При том, что его электропроводность близка к абсолютному нулю, что находит свое объяснение в высокой локализации электронов на ковалентных связях.

3. *Температурная зависимость статической электропроводности* [1, 4]. В рамках молекулярной модели эта зависимость заложена в самом механизме формирования переноса зарядов, который по своей сути является активационным, т.е. связанным с преодолением активационного барьера  $u_{nn}$ . Проводимость металлического образца определяется числом электронов, преодолевших активационный барьер, разделяющий молекулярные орбиты близлежащих молекул,  $n_{nn} = n_{n0} \exp\left(-\frac{u_{nn}}{kT}\right)$ , где  $n_{n0}$  – общее число валентных электронов,  $kT$  – тепловая энергия. Такое поведение подтверждается имеющимися экспериментальными зависимостями удельного сопротивления типичных металлов от температуры, которые в области низких температур стремятся к нулю [4].

4. *Зависимость ширины спектральных линий рентгеновских спектров и независимость их пространственного положения от температуры* [1, 4].

Такое поведение объясняется тем, что ширина спектральной линии определяется амплитудой колебаний молекул относительно центра масс, являясь функцией температуры, тогда как положение линий на спектральной шкале определяется электронами молекулярной орбиты, которые находятся в центре молекул, посредине между катионами, и не подвержены тепловым колебаниям. Поэтому их зависимость от температуры минимальна.

5. *Непредсказуемо большая длина пробега электронов* [1, 4]. В молекулярной модели этот эффект объясняется тем, что движение электронов по перекрывающимся молекулярным орбитам происходит по бесстолкновительному и бездиссипационному механизму. Ограничивающим проводимость фактором являются только структурные дефекты, присущие реальным кристаллам, и энтропийная температура.

6. *Завышенная оценка теоретических расчетов прочности металлов*. В своих расчетах обычно исходят из предположения, что энергия связи металлов равна энергии их образования [3]. Согласно молекулярной модели кристаллов энергия связи равна энергии межмолекулярных взаимодействий в соответствии с (1), т.е.  $u_{ep} + u_{kp} = u - u_{pac} - u_{исп}$ . Энергия связи ( $u_{ep} + u_{kp}$ ) металлов меньше суммарной энергии  $u$  приблизительно в три раза. Это объясняет причину несоответствия рассчитываемых и экспериментальных величин прочности материалов.

7. *Прозрачность щелочных металлов в ультрафиолетовой области частот* [1, 4]. В молекулярной модели металлов поведение высокочастотной проводимости определяется поглощением, обусловленным электронной проводимостью вещества, и количественно представляемым мнимой составляющей диэлектрической



проницаемости  $\varepsilon'' = \frac{4\pi\sigma}{\omega}$ , где  $\sigma$  – проводимость по постоянному току,  $\omega$  – круговая частота внешнего электрического поля [7]. На частотах УФ-диапазона электроны в силу своей инерционности не успевают за изменениями электрического поля и величина  $\varepsilon''$  стремится к нулю. Это означает, что энергия электрического поля не расходуется при прохождении через кристалл, и металл представляется как прозрачный.

8. *Магнетизм металлов* в молекулярной модели сводится к магнетизму составляющих его молекул.

### Выводы

Показано, что металлические кристаллы имеют молекулярное строение. В основе модели молекулярного строения лежит гипотеза, которая заключается в том, что структурными единицами вещества выступают исходные двухатомные молекулы. Молекулы являются строительными элементами металлических кристаллов, узлами решетки которых выступают молекулярные двухэлектронные орбиты. Формирование кристаллической структуры обязано направленным электростатическим силам, действующим между зарядами остовов атомов, образующих молекулы, с одной стороны, и зарядами электронов на молекулярных орбитах, – с другой. Настоящие исследования раскрывают механизм молекулярного структурообразования металлов. В рамках молекулярной модели стало возможным понять и объяснить наблюдаемые «экзотические» свойства металлов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ашкрофт, Н., Мермин, Н. Физика твердого тела. Т.1. – М.: Мир, 1979. – 400 с.
2. Годовиков, А.А. Кристаллохимия простых веществ. – Новосибирск: Наука, 1979. – 184 с.
3. Дикерсон, Р., Грей, Г., Хейт, Дж. Основные законы химии. Т.2. – Мир, 1982. – 620 с.
4. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела. – М.: Наука, 1978. – 702 с.
5. Мюллер, У. Структурная неорганическая химия. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2010. – 352 с.
6. Петров, Э.Г. Физика переноса зарядов в биосистемах. – Киев: Наукова думка, 1984. – 368 с.
7. Потапов, А.А. Деформационная поляризация: поиск оптимальных моделей. – Новосибирск: Наука, 2004. – 511 с.
8. Потапов, А.А. Природа и механизмы связывания атомов – М.: РИОР: ИНФРА-М, 2013. – 295 с.
9. Потапов, А.А. Свидетельство на физическую модель "Молекулярное строение металлов". Регистрационный номер № А1В044 от 25.02.2014 в каталоге регистрации приоритета авторских прав на общедоступном сайте WWW.a-priority.ru.
10. Потапов, А.А. Ренессанс классического атома. – М.: Издат. дом «Наука», 2011. – 444 с.; Ренессанс классического атома. Физические основы электронного строения атомов. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2011. – 444 с.
11. Самсонов, Г.В. и др. Электронная локализация в твердом теле. – М.: Наука, 1976. – 339 с.
12. Флайгер, У. Строение и динамика молекул. Т.1 и 2 – М.: Мир, 1982. – 872 с.

Материал поступил в редакцию 20.03.14.

## MOLECULAR STRUCTURE OF METALS

**A.A. Potapov**, Doctor of Chemistry, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Professor, (Irkutsk), Russia

**Abstract.** *The problem of the description of metal crystals, basing on new ideas of a molecular structure of substance according to which structure-forming elements are not ions as it is accepted in known models, and diatomic molecules in lattice site is discussed. Justification of a molecular structure of metals and explanation of properties and effects observed in experiment is given.*

**Keywords:** *metal crystals, molecular model, covalent bonds, intermolecular interactions.*

---



---

**Biological sciences**  
**Биологические науки**

---



---

УДК 378

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЯ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ  
В СОВРЕМЕННОЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ**

**Л.А. Марчик<sup>1</sup>, О.С. Мартыненко<sup>2</sup>, А.Ш. Невматуллина<sup>3</sup>, А.Б. Тинюков<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> кандидат биологических наук, доцент кафедры анатомии и физиологии и гигиены человека и животных,

<sup>2,3</sup> аспирант кафедры анатомии и физиологии и гигиены человека и животных,

<sup>4</sup> старший преподаватель кафедры Физической культуры и спорта

Естественно-географический факультет, кафедра анатомии, физиологии и гигиены человека и животных,

Ульяновский государственный педагогический университет, Россия

***Аннотация.** Статья посвящена проблемам здоровьесбережения в современной общеобразовательной школе. Обобщен опыт и содержание здоровьесберегающей работы в одной из школ г. Ульяновска, в основе которой сохранение здоровья школьников через формирование культуры здоровья и здорового образа жизни за счет интеграции содержания учебных дисциплин (биологии, физической культуры, основ безопасности жизнедеятельности), воспитательной работы на уроках и внеурочной работы.*

***Ключевые слова:** здоровье, здоровьесбережение, здоровый образ жизни, культура здоровья, здоровьесберегающие технологии.*

Ухудшение здоровья нации – глобальная проблема нашего времени. Лишь 5% выпускников школ практически здоровы, 80% школьников хронически больны, свыше 70% страдают нервно-психическими расстройствами. Почти половина юношей призывного возраста не способна нести службу в армии. Трагедия в том, что такие процессы, раз возникнув, в последующей цепи сменяющих друг друга поколений начинают протекать по законам самопроизвольной цепной реакции - по законам, при которых больное, хилое поколение оставит после себя ещё более больное и хилое потомство [10].

Одна из причин сложившейся ситуации в том, что существующая система среднего и высшего образования имеет здоровье-затратный характер: создает у учащихся постоянные стрессовые перегрузки, приводит к поломке механизмов саморегуляции физиологических функций, способствует развитию хронических болезней. По убыванию значимости и силы влияния на здоровье учащихся можно выделить следующие факторы риска [7]:

- ✓ стрессовая педагогическая тактика;
- ✓ несоответствие методик и технологий обучения возрастным и функциональным возможностям учащихся;
- ✓ несоблюдение элементарных физиологических и гигиенических требований к организации учебного процесса;
- ✓ недостаточная грамотность родителей в вопросах сохранения здоровья детей;
- ✓ провалы в существующей системе физического воспитания;
- ✓ интенсификация учебного процесса;
- ✓ неграмотность педагога в вопросах охраны и укрепления здоровья;
- ✓ частичное разрушение служб школьного медицинского контроля;
- ✓ отсутствие системной работы по формированию ценности здоровья и здорового образа жизни.

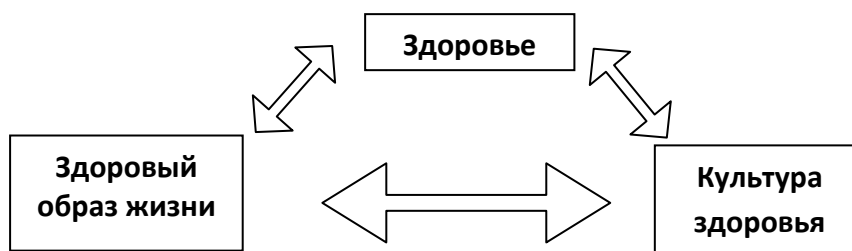
Проведенное нами исследование заболеваемости школьников Ульяновской области показало (рис.1), что из всех учащихся (8597 человек) основную физкультурную группу посещают 59,4 %, подготовительную – 26,8 %, специальную – 5,2 %, освобождены от уроков физической культуры – 8,6 % школьников. Только 10 % выпускников школ можно считать здоровыми, 50 % имеют те или иные патологии, 40 % детей находятся в группе риска. Следует отметить, что большинство школьников имеют сразу несколько заболеваний.



Рис. 1. Сравнительная характеристика заболеваемости учащихся школы № 6 г. Ульяновска, Тереньгульской СОШ и в целом по России (по данным НИИ физиологии детей и подростков) за 2012 г

Нами предложена концепция системы здоровьесбережения для современной общеобразовательной школы, которая на протяжении трех лет успешно реализуется в МБОУ СОШ № 6 им. И.Н. Ульянова г. Ульяновска. Сущность концепции в сохранении здоровья школьников за счёт формирования у них культуры здоровья и формирования здорового образа жизни через интеграцию содержания учебных дисциплин (биологии, физической культуры, основ безопасности жизнедеятельности), воспитательной работы на уроках и внеурочной работы.

В основе концепции 3 понятия:



Анализ понятийно – содержательного состава категории «здоровье», представленного в научной литературе [3-5] позволил нам рассматривать здоровье как системный многоуровневый процесс взаимодействия адаптивных и компенсаторных биологических, психических и социальных механизмов целостной личности, обеспечивающих полноценное ее существование и развитие организменного и духовного уровней жизни.

Наиболее полно взаимосвязь между образом жизни и здоровьем выражается в понятии «здоровый образ жизни» [1,2,9]. Образ жизни – биосоциальная категория, интегрирующая представления об определенном типе деятельности и поведении человека. Здоровый образ жизни объединяет все, что способствует выполнению человеком профессиональных, общественных и бытовых функций в оптимальных для здоровья условиях и выражает ориентированность деятельности личности в направлении формирования, сохранения и укрепления как индивидуального, так и общественного здоровья.

Для того, чтобы человек вёл здоровый образ жизни и осознавал значимость его для поддержания и сохранения здоровья необходимо с детских лет формировать культуру здоровья. Культура – это прогрессивная творческая деятельность человека во всех сферах бытия, направленная на осознание и овладение культурным наследием человечества, и преобразованием его во внутреннее богатство личности. Культура здоровья, в этом ключе, рассматривается нами как нацеленность субъекта на активное, творческое познание, формирование отношений, ценностных ориентаций, устойчивых мотивов поведения и деятельности, направленных на сохранение и развитие собственного здоровья и здоровья окружающих с учетом адекватной оценки субъектом условий, определяемых природой, обществом и отдельными личностями.

Для формирования культуры здоровья школьников на наш взгляд необходимо:

- формирование у детей знаний строения и функций организма человека, регуляции процессов жизнедеятельности;
- четкое осознание того, что такое здоровье и каковы факторы, его определяющие (наследственность, окружающая среда, воспитание);
- знание методов контроля и самоконтроля физического развития, физической и умственной работоспособности, функционального состояния организма, что позволит определить соответствие развития ребенка возрастным нормам, оценить влияние учебной и физической нагрузки на функциональное состояние и выявить дозонологические состояния (состояния предболезни);
- знание основных причин клинических проявлений и особенностей течения, наиболее распространенных инфекционных и неинфекционных заболеваний и их профилактики;
- создание и реализация в учебном процессе общеобразовательной школы здоровьесберегающих технологий.

Здоровьесберегающие технологии – это совокупность тех принципов, приемов, методов педагогической работы, которые дополняют традиционные технологии обучения, воспитания, развития задачами здоровьесбережения [6,7]. В свете созданной нами концепции реализация здоровьесберегающих технологий нашла следующее практическое воплощение в условиях школы № 6 г. Ульяновска:

#### ***Медико-гигиенические технологии***

- организовано горячее питание (завтрак, обед, полдник) для учащихся разных возрастов в соответствии с гигиеническими нормами рационального питания;
- создано 2 медицинских кабинета – смотровой и прививочный, где учащиеся регулярно проходят медицинский осмотр с привлечением узких специалистов, получают необходимую медицинскую помощь; осуществляется плановая и сезонная вакцинация;
- медицинский работник ведет Паспорт здоровья учащихся, учитывающий хронические и острые заболевания, параметры физического развития и состояние осанки, группу здоровья.

#### ***Здоровьесберегающие образовательные технологии***

- расписание учебных занятий составлено на основе санитарно-гигиенических требований с учётом суточной и недельной динамики работоспособности учащихся;
- перед началом занятий проводится общешкольная зарядка, – на каждом уроке проходят физкультминутки с использованием специально разработанных комплексов «Оживлялок»;
- учебная нагрузка и объем домашних заданий нормируются с учетом школьного расписания и возраста учащихся;
- с целью развития познавательной активности и учебной мотивации используется развивающее и проблемное обучение;
- активно используются современные информационные технологии в учебной и во внеурочной работе: разработаны комплексы мультимедийных презентаций по курсам «Биология человека», «Безопасность жизнедеятельности», организовано дистанционное обучение детей, находящихся на индивидуальном обучении с использованием сети Интернет;
- работает сайт школы, где можно получить информацию об организации учебного процесса, успеваемости каждого ученика, проводимых в школе мероприятиях.

#### ***Психолого-педагогические технологии***

- школьный психолог совместно с Областным Центром социально-психологической помощи семье и детям «Семья» и Центром «Росток» регулярно проводит индивидуальные и групповые занятия и тренинги с учащимися; оказывает консультативную помощь родителям, классным руководителям при подготовке и проведении классных часов, учителям - предметникам при подготовке к урокам с целью создания благоприятного психологического климата на уроках, снятия эмоционального напряжения через использование игровых технологий;
- проводятся общешкольные мероприятия и недели здоровья по пропаганде здорового образа жизни, борьбе с вредными привычками.

***Экологические здоровьесберегающие технологии*** помогают воспитывать у учащихся любовь к природе, стремление заботиться о ней:

- учащиеся школы – участники и призеры олимпиад, викторин и конкурсов исследовательских работ по биологии и экологии;
- школа – регулярный участник городской акции «Я люблю свой город!»: ухаживает за территорией сквера им. И.Я. Яковлева и парка им. И.Н. Ульянова;
- на территории школы разбиты два цветника, за которыми ухаживают учащиеся;
- для каждого кабинета подобрана коллекция декоративных растений, с учетом рекомендаций для учебных кабинетов и кабинетов – лабораторий (химии, физики, информатики); составлены флористические списки, паспорт каждого растения (его описание, происхождение, условия содержания); среди школьников организовано дежурство по уходу за растениями;

– на уроках окружающего мира (в начальной школе) и биологии (в среднем и старшем звене) в соответствии с планом проводятся экскурсии в зимний сад и музеи Ульяновского Государственного Педагогического Университета;

– школьная команда – участник проекта «Глобальная Школьная Лаборатория», совместно с Ульяновским Государственным Педагогическим Университетом участвует в летних выездных практиках на территории Ульяновской области.

**Технологии обеспечения безопасности жизнедеятельности** реализуются на занятиях ОБЖ и во внеурочное время, направлены на изучение причин, последствий, способов защиты в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера:

– в начальной школе работает кружок «Юные инспектора дорожного движения»;

– ученики среднего звена – участники и призеры городских конкурсов «Безопасное колесо» и «Юные инспектора дорожного движения».

**Физкультурно-оздоровительные технологии** реализуются на уроках физической культуры и в работе спортивных секций, направлены на совершенствование физического развития учащихся, тренировку силы, выносливости, быстроты, гибкости и других физических качеств:

– организовано обучение учителей и учащихся контролю и самоконтролю за физическим развитием, состоянием осанки, физической подготовленностью, физической и умственной работоспособностью и функциональным состоянием;

– в школе работают секции: «Ритмика», «Аэробика», «Волейбол», «Мини-футбол», «Русская буза», «Плавание»;

– проводятся традиционные спортивные соревнования: «Молодецкие Игры», «День Здоровья», «Президентские состязания»;

– школа – активный участник городских спортиада, соревнований, марафонов.

В условиях всё возрастающей гиподинамии особое значение приобретает правильная организация двигательной активности учащихся, как на занятиях физической культуры, так и в качестве разгрузочных физкультминуток, динамических пауз и перемен [6,8]. Нами подобраны комплексы упражнений для проведения вышеназванных мероприятий. В качестве примера приводятся некоторые из них – «Оживлялки», которые может проводить каждый учитель в течение урока:

1. Сложите ладони перед грудью пальцами вверх, задержите дыхание. Сдавите изо всех сил основания ладоней, чтобы напряглись мышцы рук и груди. Втяните живот и потянитесь вверх, как будто бы, опираясь о руки, выглядываете из окна. Повторите 3 раза.

2. Сложите руки в замок и обхватите ими затылок, направьте локти вперед. Подтяните голову к локтям, растяните шейный отдел позвоночника так, чтобы было приятно (в течение 10-15 секунд). Повторите 3 раза.

3. Разотрите хорошенько уши ладонями - вначале мочки, а потом целиком: вверх - вниз, вперед - назад, при этом поцокайте языком (15 - 20 секунд).

4. Упражнение для профилактики простудных заболеваний, ангины. Беззвучно, с закрытым ртом произносите протяжно как крик вороны «Ка-а-аа-р.» – 5-6 раз. Постарайтесь при этом как можно выше поднять мягкое нёбо и маленький язычок.

5. Упражнение, направленное на профилактику заболеваний горла и улучшение артикуляции речи. Упражнение делается беззвучно с закрытым ртом и с постепенным увеличением темпа. С усилием, скользя кончиком языка назад по верхнему нёбу, постарайтесь дотронуться языком до маленького язычка (сделайте «колючко»).

6. «Лев» - Постарайтесь языком дотянуться до подбородка, при этом как можно шире раскройте глаза. Спина прямая. Плечи опущены.

7. Улыбнитесь сами и разрешите детям посмеяться. Для этого достаточно сказать «сы-ы-ы-р», а потом надавить на точку на кончике носа и произнести звуки: ха-ха. Сначала медленно, потом быстрее, быстрее....

8. Упражнение лучше выполнять перед сложной работой. Учащиеся быстро сжимают и разжимают пальцы рук и одновременно также быстро моргают. Затем крепко зажмуривают глаза, сжимают кулаки и про себя говорят: «Я справлюсь, я могу! Человек всё может! Я ничего не боюсь!...»

9. Закиньте голову назад, выдвиньте вперед подбородок так, чтобы кожа на шее натянулась. Затаите дыхание – дышите тихо, тихо, как только можно. Посидите так около минуты. Чуть-чуть напрягите плечи, руки, потянитесь и – за работу.

Проведённая нами работа по созданию здоровьесберегающей среды в общеобразовательной школе показала, что цель может быть достигнута только при условии многоуровневой циклической взаимодополняющей структуры организации процесса здоровьесбережения, соответствующей характеру решаемых задач и распределению сфер ответственности: дом (родители) → урок (учитель) → класс (учитель – предметник, классный руководитель, одноклассники) → школа (педагогический коллектив во главе с директором школы) → ученик → дом. В здоровье присутствуют два начала: природное, которое функционируется стихийно, и культурное, которое регулируется сознанием человека [10]. Развитие культурного начала зависит от уровня образованности человека и от степени его воли в формировании собственной культуры здоровья.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амосов, Н.М. Раздумья о здоровье / Н.М. Амосов. – М. : Физкультура и спорт, 1987. – С. 63-70.
2. Брехман, И.И. Введение в валеологию – науку о здоровье / И.И. Брехман. – М. : Физкультура и спорт. – 1990. – С. 25-46.
3. Иванова, В.Е. Диссертация на соискание ученой степени доктора пед. наук «Культуроцентрическая технология формирования отношения и мотивации к здоровью в допрофессиональном образовании / В.Е. Иванова. – Самара, 2004. – С. 213.
4. Казначеев, В.П. Основы общей валеологии. Учебное пособие / В.П. Казначеев, Н.А. Склианова. – Новосибирск : НИПКРО, 1998. – С. 80.
5. Колбанов, В.В. Валеология в школе / В.В. Колбанов, Г.К. Зайцев. – СПб, 1992. – С. 52.
6. Павлова, М.А. Методическое сопровождение здоровьесберегающих технологий в школе / М.А. Павлова, О.С. Гришанова, А.В. Серякина. – Саратов : ГОУ ДПО "СарИПКиПРО", 2009. – С. 36.
7. Селевко, П.К. Современные образовательные технологии: Учебное пособие / П.К. Селевко. – М. : Народное образование, 1998 – 87 с.
8. Сияков, А.Ф. Самоконтроль физкультурника / А.Ф. Сияков. – М. : Знание, 1987 – 140 с.
9. Ситдииков, Ф.Г. Избранные главы по возрастной физиологии / Ф.Г. Ситдииков. – Казань : КГУ, - 1992. – С. 175-189.
10. Смирнов, Н.А. Как обучать школьников без ущерба для их здоровья / Н.А. Смирнов. – М. : Чистые пруды, 2005 – С. 102.

*Материал поступил в редакцию 08.03.14.*

### CONCEPTUAL FRAMEWORK OF THE HEALTH PROTECTION AND THEIR REALIZATION AT MODERN COMPREHENSIVE SCHOOL

**L.A. Marchik<sup>1</sup>, O.S. Martynenko<sup>2</sup>, A.Sh. Nevmatullina<sup>3</sup>, A.B. Tinyukov<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Candidate of Biology, Associate Professor of PASOP Department, <sup>2,3</sup> Postgraduate Student of Department of Anatomy and Physiology and Hygiene of the Person and Animals,

<sup>4</sup> Senior Teacher of Department of Physical Training and Sports  
Natural and Geographical Faculty, Department of Anatomy, Physiology and Hygiene of the Person and Animals  
Ulyanovsk State Pedagogical University, Russia

***Abstract.** The article is devoted to health protection problems at modern comprehensive school. The experience and the content of health protection work in one of schools of Ulyanovsk, on the basis of which health preservation of school students through formation of culture of health and a healthy lifestyle due to integration of the content of subjects (biology, physical training, life safety), educational work at lessons and after-hour work is generalized.*

***Keywords:** health, health protection, healthy lifestyle, culture of health, health protection technologies.*

УДК 615.89

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ КОНСТИТУЦИЯ КАК ФУНДАМЕНТ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

**А.К. Москатова**, доктор педагогических наук, кандидат биологических наук, профессор  
Российский государственный университет физической культуры, спорта,  
молодёжи и туризма (Москва), Россия

***Аннотация.** Обсуждаются принципы системной организации функциональной конституции человека, предопределённой Абсолютным Сознанием для реализации эволюционных связей его духовной и физической природы с космической средой. Рассмотрены законы Высшего Творения, определяющие назначение структур конституции. Отмечено влияние системы энергетических, информационных факторов и самосознания на прогрессивную трансформацию конституции.*

***Ключевые слова:** творческий замысел конституции; многомерность конституции; единство комплекса телесности; системность жизнедеятельности; кармическая причинность; проекция жизненной силы; сознательный контроль целостности конституции.*

«Чтобы решать проблемы, нам нужен переход  
от парадигмы частей к парадигме процесса.  
Это требуется для того, чтобы мы смогли  
понять отдельные моменты, части и только  
потом, проработав детали, выходить за их  
пределы»

*Арнольд Минделл – «Как Вселенная решает  
личные и мировые проблемы» [6].*

**ВВЕДЕНИЕ.** Компетенции современного выпускника высшей школы – специалиста, призванного направлять развитие детей и молодёжи к эффективной самореализации, совершенствовать психофизическое здоровье и продуктивную работоспособность контингента взрослых, предупреждать функциональные нарушения жизнеспособности, с необходимостью должны опираться на знание феноменологии *духовных и физических* аспектов жизнедеятельности, глубинных связей функциональной конституции человека с причинными планами индивидуального и Универсального сознания.

Очевидно, специалист, являясь познающим субъектом, наделённым свыше многогранными возможностями использования своего сознания и интеллекта для качественной профессиональной деятельности, в своём мировоззрении должен опираться на признание того факта, что *Природа* – от греч. *Physis* – это не то, что он *желает* или *может* видеть, ощущать и испытывать, но необозримая *ЛОГИКА ЖИЗНИ*, глобальная *ПЕРВОРОДНАЯ ИДЕЯ ЕДИНСТВА* *духовно-материальной* природы человека с природой космоса – реализация универсального принципа *«КАК ВВЕРХУ, ТАК И ВНИЗУ, КАК В МАКРОКОСМЕ, ТАК И В МИКРОКОСМЕ»*.

Отметим, что специалисту, принимающему на себя профессиональную и нравственную ответственность за эффективное обучение, гармоничное воспитание и укрепление жизнеспособности доверенных ему людей, в целях плодотворного свершения предназначенной ему миссии необходимо: 1) научиться управлять всеми планами собственной функциональной конституции и сознания; 2) наладить гармоничные взаимоотношения физических и духовных проявлений собственной жизнедеятельности; 3) эффективно претворять в жизнь познаваемые закономерности жизнедеятельности; 4) осознать соподчинённость функционирования всех структурных уровней человеческой формы Универсальным Законам Мироздания. Решению названных и ранее обсуждавшихся проблем изучения *ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ* [7; 8; 9] посвящено содержание одноимённого авторского спецкурса в учебной программе подготовки бакалавров.

**УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ЗАКОНЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ КОНСТИТУЦИИ.** Согласно классическому определению *«конституция»* (лат. *Constitutio* – установление, организация) – комплекс индивидуальных относительно устойчивых морфологических и физиологических (в том числе и психических) свойств организма, обусловленных наследственностью, а также длительными и интенсивными влияниями окружающей среды [14].

Общепринято связывать это понятие преимущественно с генетической детерминацией формы телосложения – соматической конституцией. Однако, согласно современной концепции *единства* феноменов эволюционных процессов *Вселенной Квантового Времени-Сознания* и обитающих в ней человеческих особей, создание и преобразование их жизни осуществляется благодаря предусмотренного в их форме *КОНСТИТУЦИОНАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ТЕЛЕСНОСТИ*. В его *матрице* заложена неразрывная информационная связь функций Мозга и Тела как выражения *ЭНЕРГИИ СОЗНАНИЯ*, организованной особым способом, который позволяет индивиду-

уму аккумулировать опыт самоисследования в плотных мирах Внешнего Творения, познавать возможности использования телесной организации, в которой отражено сознание индивидуальности – Высшего «Я» души – открывающего порталы для развития, непрерывного роста, распространения, расширения сознания, освоения новых сфер мироздания.

В соответствии с Универсальными законами Высшего Творения, системная организация жизнедеятельности, протекающей в прогрессирующей земной и космической среде обитания, придаёт определённый смысл каждой её функции, соответственно той *роли*, которую она выполняет в непрерывном потоке информационных и энергетических взаимодействий сознания со всеми фундаментальными составляющими системы. Индивидуальные особенности конституции на всех функциональных уровнях и динамика системы жизнеобеспечения претерпевают ряд закономерных трансформаций, обусловленных: 1/ квантовыми процессами в структурах молекулярных агрегатов и клеточных субстанций, наделённых комплексом физико-химических свойств и находящихся под контролем генного аппарата и многомерной ДНК; 2/ воздействием на информационную составляющую квантовых взаимоотношений энергий *ПСИХИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ*, характерных для конкретной особи – зарождающихся в подсознании на клеточном уровне, в клеточной памяти, в чувственном восприятии, опосредованных эмоциональным и интеллектуальным отражением состояний внутренней и внешней среды организма; 3/ воздействием кармических следов, оставленных в энергетическом поле каждой *души*, суммирующих все отпечатки действий и событий жизни, позитивного и негативного опыта, накопленного в её предыдущих воплощениях; 4/ активизацией специальных корректирующих воздействий на первичный проект и изначальные принципы человеческой конституции со стороны Источника Творения в целях обновления программ развития, предупреждения и исправления проблем адаптации, возникающих на этапах квантового перехода Солнечной системы и Земли к новым галактическим условиям физического, психического и духовного развития [ 10].

Соответственно смысловому выражению *кармического закона* – «*Что посеешь, то и пожнёшь*» – признаётся, что индивидуум получает такое тело и такую *конституцию*, какие он «*заслужил*» своими предшествующими жизнями, деяниями, достижениями в саморазвитии. Физическое тело – одна из форм проявления индивидуальности воплощенной души. Матричная структура физического тела выстраивается для осуществления *разумной души* избранной земной миссии, прохождения новых испытаний, решения задач развития, намеченных перед воплощением [2].

Программа-матрица телесности не является застывшей схемой, но предоставляет целое поле возможностей для саморазвития, особенно личностям, устремлённым к познанию всех граней своей индивидуальности, к оптимизации земного существования души, освобождению от ограничений материализма, противодействующих осуществлению божественного плана гармоничного, творческого развития духа и сознания каждой личности, ведущего к истинному прогрессу всего земного сообщества.

На современном этапе освоения *новых программ* эволюционного развития сознания и мышления, открываются *духовные порталы* расширения психофизических способностей человека. Квантовые энергетические поля его физического тела и неотделимые от него компоненты функциональной конституции испытывают трансформирующее влияние световолновых космических потоков и новых форм магнетизма – движущих сил и энергий Духа преобразующейся Вселенной.

Проявления жизнедеятельности человека охватывают следующие взаимодействующие *УРОВНИ КОНСТИТУЦИИ*: <> *ЭЛЕКТРОННЫЙ* – субатомные, квантовые процессы электродинамики, предшествующие реализации функций; <> *ГЕНЕТИЧЕСКИЙ* – транслятор индивидуальной наследственной информации клеточному сознанию для её реализации в строении тела и его функциональных инструментах; <> *ПСИХИЧЕСКИЙ* – организатор ментальных и эмоциональных реакций индивидуального сознания для управления жизненными стратегиями; <> *НЕЙРОДИНАМИЧЕСКИЙ* – посредник взаимодействия биоэлектрических процессов в нервных сетях и центрах мозга, координирующих сенсомоторные программы поведения; <> *БИОХИМИЧЕСКИЙ* – определяющий оптимальные параметры субстратного энергетического и пластического обмена, для поддержания жизнеспособности; <> *ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ* – модулятор допустимых пределов изменчивости физиологических функций жизнедеятельности конкретного индивидуума; <> *СОМАТИЧЕСКИЙ* – ограничитель изменчивости трёхмерных параметров морфологической организации адаптивных процессов.

*МНОГОУРОВНЕВАЯ КОНСТИТУЦИЯ* человека обусловлена и приспособлена к непрерывному, но упорядоченному обмену энергией, субстратами и информацией со всеми планами окружающей космической среды обитания и с биосферой Земли – минеральной, растительной и животной формами жизни. Все уровни конституции взаимообусловлены, дополняют друг друга в целостных процессах жизнеобеспечения, общаются между собой на «*голографическом языке*» интерференции квантовых волн, которые резонируют и передают волновую информацию о состоянии биополя телесности, подчиняясь универсальному *голографическому* принципу – «*Всё-отражается-во всём*» [ 4 ].

**ЗАКОН ВЫСШЕГО ТВОРЕНИЯ.** Важно понять, что в функциональной конституции человеческого организма воплощены *УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЖИЗНИ МИРОЗДАНИЯ*: 1) Отражение действия *ПОРОЖДАЮЩЕГО НАЧАЛА* – *ЖИВОТВОРНОЙ СИЛЫ*, тонкой духовной вибрации *АБСОЛЮТНОГО СОЗНАНИЯ* – единственной вечно существующей *РЕАЛЬНОСТИ*, которая предопределяет *НАЗНАЧЕНИЕ* и *СМЫСЛ* существования каждой конкретной формы жизни, начиная от элементарных частиц, атомов, элементов, микроорганизмов и кончая сложными,



разумными системами и космическими объектами наблюдаемой материальной Вселенной и её параллельных конструкций.

2) Всеведущее и всемогущее *СОЗНАНИЕ ВЫСШЕЙ ДУХОВНОЙ СУБСТАНЦИИ* целенаправленно изливает созидательные *ЭНЕРГИИ ДУХОВНОГО СВЕТА* и концентрирует их в мире явлений, в субстанциях, структурах и функциях органов и систем сложных организмов, которые, в свою очередь, выступают проводниками и трансформаторами различных видов духовных, материальных и смешанных энергий и преобразуют потоки многомерной информации, поддерживая *ЕДИНСТВО ЖИЗНИ МИРОЗДАНИЯ*.

3) Поэтапный процесс *СОЗИДАНИЯ* любого масштаба и любых форм Жизни реализуется в виде последовательности порождения *идей, мыслеобразов, конструктивных проектов* формообразования, включающих *условия и возможности развития* форм – как элементарных, так и масштабных.

Материальное выражение форм жизни представляет собой *сгущение* фундаментальной физической сущности всего пространства – квантового поля, в котором достигается уплотнение, «*кристаллизация* дифференцированных субстанций мирового вещества – *сверхфизического ЧИСТОГО СВЕТА*, т.е. протекают процессы, опосредованные *ДУХОВНОЙ ЭНЕРГИЕЙ АБСОЛЮТНОГО СОЗНАНИЯ* [12].

Таким образом, все вещи, все формы Жизни – от идеи до манифестации – объективно существуют внутри приумножающегося изобилия сокровенной творческой природы Абсолютного Сознания. Из этого следует, что *телесность* человека включает составные, конституирующие субстанции и элементы вещества, проявляющие свои свойства благодаря движущей духовной силе Сознания. Заданная таким образом конституциональная система функций обеспечивает целесообразную, упорядоченную жизнедеятельность человеческой особи в закономерно изменяющейся земной среде. Провозглашение «*борьбы за существование*» как принципа жизни – суть порождение невежественного человеческого умозрения, омрачённого страхом смертной плоти, подавленного её ненасытным эгоизмом и отрешенного от признания непреодолимой духовной силы собственной души и *УНИВЕРСАЛЬНОГО СОЗНАНИЯ – СИНОНИМА ВЕЧНОСТИ*.

**ЗАКОН ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИЛЫ.** Универсальная энергия, доминирующая в образовании элементарных субстанций и сложных форм материи, а также питающая, регенерирующая, регулирующая, защищающая и активизирующая все психофизические и витальные, жизненные функции и процессы в человеческом организме получила статус «*ПРАРОДИТЕЛЬНИЦЫ*» *МАТЕРИАЛЬНОГО МИРА И ДУХОВНОЙ ЖИЗНЕННОЙ СИЛЫ ПРИРОДЫ*. В разных культурах, мировых духовных традициях и практиках её *тонкие* аспекты представлены однозначными понятиями: <> «*прана*» – /в санскритской терминологии/ – обозначает «*АБСОЛЮТНУЮ ЭНЕРГИЮ*», универсальное, могущественное *НАЧАЛО* любой энергии во Вселенной, источник любого движения, любого материального проявления, активного начала Жизни; прана не зависит от физиологической стороны жизни, но в биологической форме человека для её аккумуляции предназначены психические центры – «*чакры*» эфирного пространства телесной конституции [1; 3; 5]; жизненная энергия усваивается нейронными структурами мозга благодаря совмещения непрерывного процесса физического дыхания с поглощением праны – «*духа жизни*» из атмосферного воздуха, обеспечивая жизнённость, жизнеспособность всей телесной активности; в более тонкой форме психическая прана – питает тонкие планы душевной и ментальной деятельности человека [11;12]; <> «*кундалини*» – сконденсированный запас необыкновенно могущественной, скрытой силы, способной оживить уникальные сферы психической деятельности и возвысить жизненные потенции до сверхчеловеческого уровня, но при условии созидательной цели её овладения; <> «*шакти*» – признаётся всеобщей энергией Воли и Силы Властителя Природы, Души Природы; <> «*ци*» или «*ки*» – эманация Центрального Духовного Солнца, поляризованная в двух жизненных началах – *Ян-ци* – центростремительной, магнетизирующей энергии и *Инь-ци* – центробежной, электродинамической; <> «*психическая энергия*», проявляющая себя в способностях человеческой души – интеллектуальном творчестве, ясновидении, яснопонимании, экстрасенсорном восприятии, сверхтонкой чувствительности.

Праническая энергия считается самосуществующей, абсолютно независимой, самопознающей, самоосуществляющей, божественной, централизованной, «*материнской*» *Силой Творения*. Абсолютное Сознание проявляет себя, свой Замысел Творения *Природы* посредством этой всеобъемлющей Энергии, обеспечивая целесообразность функциональных отправлений каждой её дифференцированной формы. Именно эта формирующая, *ТВОРЧЕСКАЯ СИЛА* определяет направление развития сознания и эволюции всех сфер жизни человека во вселенской обители.

**УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЗАКОН ПРИЧИН И СЛЕДСТВИЙ.** Разнообразные следы в *подсознании* от предшествующих воплощений души – привычки, склонности, привязанности, укоренившиеся пристрастия, ошибочные, негативные или благонамеренные действия, магнетические энергии, сопровождавшие душу в воплощениях, создают так называемые *кармические следствия* в текущей жизни. *Кармическая причинность* лежит в основе качества функционирования систем жизнедеятельности, отражая *истинную логику жизни* индивидуума, а не её внешние аспекты, доступные самонаблюдению и ощущению. На качестве жизни и здоровья человека непосредственно отражается *степень осознания им высшего назначения жизненных функций и ответственности за полноценную самореализацию во всех аспектах своего земного назначения*. Никто не может прожить жизнь за другого человека, *заменить* или *исправить* его собственные сознательные усилия и действия в сферах физического, умственного, духовно-нравственного развития *целостности* – многомерного «*СОЗНАТЕЛЬНОГО ТЕЛА*»,

поскольку все они направляются его *ИНДИВИДУАЛИЗИРОВАННЫМ БОЖЕСТВЕННЫМ СОЗНАНИЕМ - ВЫСШИМ «Я» ДУШИ*.

Индивидууму, нацеленному на реализацию потенциалов своей многомерной конституции, следует внимательно изучить *ЭФФЕКТЫ ДЕЙСТВИЯ ЗАКОНА КАРМЫ* – единого, Вселенского, *безличного* Закона этической причинности, который связывает следствия, воздаяния, «плоды» с физическими действиями и умственными намерениями, помыслами – «посевом» того человека, который их производил в течение настоящей и многих прошлых жизней. В высшем Замысле он принимает на себя функции ЗАКОНА ЛЮБВИ: 1/ осуществляет *ОБУЧЕНИЕ* ответственному, бережному, целесообразному отношению к отпущенным каждому энергетическим и субстратным жизненным ресурсам, к собственному организму и его функциональным возможностям; 2/ способствует *ПОЗНАНИЮ* индивидуумом природы разума и сознания собственной души, законов Жизни и требований к жизнеобеспечивающей самодисциплине; 3/ *УБЕЖДАЕТ*, что бесполезная, бесплодная растрата уникальных жизненных сил, энергий и способностей приводит к заслуженному *воздаянию*; расплатой за легкомысленное отношение к бесценному дару жизни являются: снижение качества здоровья, страдания из-за болезненных состояний, тяжелые душевные переживания, расстройство жизненных планов, угнетающая депрессия, разрушительный хронический стресс; 4/ *ПООЩРЯЕТ* активное самопознание, позитивное отношение к жизненной самодисциплине, нацеленной на приумножение психических и физических способностей, проявление душевных качеств во взаимоотношениях со всеми формами жизни, обогащение своими достижениями общечеловеческого прогресса.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** 1) Причинно-следственные отношения планов сознания и функциональной конституция представляют фундаментальную основу парадигмы *ЦЕЛОСТНОСТИ* природы жизнедеятельности человека. Благодаря им достигается жизнеутверждающее *ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЕДИНСТВО* всех взаимодействующих и взаимодействующих *УРОВНЕЙ КОНСТИТУЦИИ*.

2) Конституция человека приспособлена к непрерывному, упорядоченному обмену энергией, информацией и субстратами со всеми планами и источниками окружающей среды обитания и с универсальным источником Энергии Жизни. Функциональная конституция человека является *многомерным образованием* – в ней отражены голографические принципы всеобщей взаимосвязи. Поэтому для расшифровки любого физического, адаптивного изменения функционального состояния организма, независимо от проявления осознанного или подсознательного восприятия его реакций, необходимо установить *ПРИЧИНУ*, скрытую на психическом плане индивидуального сознания, в глубинах подсознательной памяти личности или на высших планах сверхсознательной сущности его души. Вне поиска причин происходящих изменений жизнеспособности конкретной индивидуальности при их *инструментальной оценке* субъективные суждения имеют крайне *низкую достоверность*.

3) Попытки «улучшать» здоровье и жизнеспособность только на физическом, телесном уровне конституции даже посредством изощренных физических упражнений, тренажерных технологий, механической «накачки» мышц – не достигают желаемого успеха, пока не будет осуществлена кардинальная, позитивная *ТРАНСФОРМАЦИЯ САМОСОЗНАНИЯ* – адекватного, неискаженного восприятия собственной реальности как гармоничного единства духовной души, интеллекта и телесных функций.

4) Все отправления жизнедеятельности и компонентов целостной конституции должны находиться под неустанным, сознательным, бдительным контролем и личной ответственностью. Никто не сможет выполнить то предназначение, которое отведено каждой уникальной индивидуализации, наделенной особым духовным, психическим и физическим потенциалом для осуществления продуктивной, общественно полезной жизнедеятельности.

5) *«Важная вещь – не останавливать поиск нерешенных проблем. Любознательность обладает собственной основой для существования. Она не может помочь напрямую, однако заставляет находиться в состоянии благоговения при созерцании, обдумывании тайн Вечности, Жизни, изумительной структуры Реальности. Достаточно, если любознательное существо ежедневно пытается постигнуть понемногу эти тайны. Никогда не теряйте святую любознательность!»* – Альберт Эйнштейн [15].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дейл, С. Совершенствуем тело при помощи чакр. – /пер. с англ./ – М., София, 2007.
2. Джеймс, Дж. Великое поле и терапия души – /пер. с англ./ – СПб. : ИГ «Весь», 2011. – С. 214 – Природа души.
3. Джудит, А. Колёса жизни. Путеводитель по чакрам. – /пер. с англ./ – М. : ФАИР- ПРЕСС, 2003.
4. Мак-Таггарт, Л. Поле. Поиск тайных сил Вселенной. – /пер. с англ./ – СПб. : ИГ «Весь», 2007. – С. 91, 99 – Резонанс с миром.
5. Мамфрод, Дж. Чакры и кундалины – /пер. с англ./ – М. : Астрель, 2006.
6. Минделл, А. Танец древнего. Как Вселенная решает личные и мировые проблемы – /пер. с англ./ – М. : ИД «ПОСТУМ», 2013. – Гл. I – Переход к парадигме процесса. – С. 17.
7. Москатова, А.К. Предпосылки оптимизации жизнедеятельности в перспективе развития многомерного сознания – Ж-л – «Science and World» / International Scientific Journal / – «Наука и Мир». – № 1. – 2013. – С. 328-333.
8. Москатова, А.К. Квантовый уровень реализации жизнедеятельности. – Ж-л – «Science and World» / International Scientific Journal / – «Наука и Мир». – № 4. – 2013. – С. 62-68.

9. Москатова, А.К. Голографические принципы преобразования жизнедеятельности на этапе перехода к ноосферическому человечеству. – Ж-л – «Science and World» / International Scientific Journal / – «Наука и Мир». – № 1(5). – 2014. – С. 372-377.
10. Рейчел, С. Человек творящий. Эволюция души, вознесение и ДНК. – /пер. с англ./ – М. : «София», 2012. – С. 33 – Божественные Диспенсации.
11. Свами Ниранджанананда Сарасвати ПРАНА, ПРАНАЯМА, ПРАНА ВИДЬЯ – /пер. с англ./ – М. : Изд. Северный Ковш, 2007.
12. Свами, Ш. Наука пранаямы. – /пер. с англ./ – Киев : «София», 2000. – С. 14.
13. Сейфер, М. Превосходя скорость Света. Сознание, квантовая физика и пятое измерение. – /пер. с англ./ – СПб. : ИГ «Весь», 2010. – С. 103 Скручивающийся Свет.
14. Словарь физиологических терминов. – М. : «Наука», 1987. – С. 191.
15. The Cosmic View of Albert Einstein – edited by Walt Martin & Magda Ott – Sterling, New York, 2013, part IV. – p. 110 – “Curiosity”.

*Материал поступил в редакцию 24.03.14.*

## FUNCTIONAL CONSTITUTION AS A BASIS OF HUMAN LIFE ACTIVITY

**A.K. Moskatova**, Doctor of Pedagogical Sciences, Candidate of Biological Sciences, Professor  
Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (Moscow), Russia

***Abstract.** The principles of the system organization of the functional constitution of the person predetermined by Absolute Consciousness for realization of evolutionary relations of his spiritual and physical nature with the space environment are discussed. The laws of the Divine Creation defining appointment of structures of the constitution are considered. Influence of system of energy, information factors and consciousness on progressive transformation of the constitution is noted.*

***Keywords:** creative plan of the constitution; multidimensionality of the constitution; unity of a complex of a corporality; systemacity of activity; karmic causality; projection of vital power; conscious control of the constitution integrity.*

УДК 579.84:632.35:633.1

**PSEUDOMONAS SYRINGAE В АГРОФИТОЦЕНОЗЕ ПШЕНИЦЫ**Л.А. Пасичник<sup>1</sup>, Е.А. Савенко<sup>2</sup>, Л.Н. Буценко<sup>3</sup>, В.Ф. Патыка<sup>4</sup>, А.В. Калиниченко<sup>5</sup><sup>1</sup> доктор биологических наук, старший научный сотрудник, <sup>2</sup> инженер 1 категории,<sup>3</sup> кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник,<sup>4</sup> доктор биологических наук, профессор, академик НААН Украины, заведующий отделом,<sup>5</sup> доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой информационных систем и технологий, профессор кафедры инженерии процессов<sup>1, 2, 3, 4</sup> Институт микробиологии и вирусологии НАН Украины (Киев), Украина, <sup>5</sup> Опольский университет (Ополе), Польша, <sup>5</sup> Полтавская государственная аграрная академия (Полтава), Украина

**Аннотация.** Установлено, что основным возбудителем бактериальных болезней пшеницы и сопутствующих сорняков в агрофитоценозе пшеницы является *Pseudomonas syringae*. Выявлено серологическое родство штаммов *P. syringae*, изолированных из разных экологических ниш – пшеницы и сорняков. Штаммы *P. syringae* из сорняков по антигенным свойствам относятся к тем же серологическим группам, что и выделенные из пшеницы и других зерновых культур. Качественный состав и количественное соотношение жирных кислот исследованных бактерий, выделенных из различных экологических ниш, характерные для *P. syringae*.

**Ключевые слова:** *Pseudomonas syringae*, серогруппы, жирные кислоты, пшеница, сорняки.

Возбудители болезней, вредители и сорняки являются основными факторами, не позволяющими формировать высокие урожаи зерновых культур. В современном земледелии существенно изменяются экологические условия развития агроэкосистем, характер и направленность взаимоотношений между сельскохозяйственными культурами и сеgetальной растительностью [5]. Вред сорняков состоит из конкуренции за ресурсы развития и аллелопатического угнетения сорняками зерновых культур. Возбудители бактериальных болезней поражают семена и все органы растений в течение вегетации, вызывают частичную или полную их гибель, приводят к недозреванию урожая и падению урожайности, ухудшают качество продукции.

Зерновые культуры, в том числе пшеницу, поражает большое количество бактериальных болезней: черный бактериоз, базальный бактериоз, бактериальный ожог, желтый слизистый бактериоз, белая пятнистость, бактериальная мозаика, бактериальная пятнистость, бактериальная гниль, пятнистый бактериоз, стеблевой меланоз, бактериальная гниль влагалищ листа, розовый бактериоз [1]. Главным источником бактериальной инфекции является зерно, в котором возбудители болезней сохраняются длительное время (от 15 месяцев до 5-ти лет). В почве бактерии быстро погибают, выживают длительное время в стерне, растительных остатках и диких видах злаков.

Из большого количества бактериальных болезней основным и наиболее распространенным как в Украине, так и в мире является базальный бактериоз (или базальная гниль чешуек, базальная пятнистость чешуек, пятнистость), поражающий пшеницу, рожь и ячмень [1, 4]. Возбудитель болезни – *Pseudomonas syringae* pv. *atrofaciens* (McCulloch 1920) Young, Dye & Wilkie 1978.

Поэтому целью работы было детальное изучение фитопатогенной микробиоты пшеницы и сопутствующих сорняков, выявление основных возбудителей бактериозов и сравнение их биологических свойств.

**Материалы и методы.** Скрининг фитопатогенных бактерий пшеницы и сеgetальной растительности проводили в посевах при использовании интенсивной системы земледелия и без внесения каких-либо удобрений и обработки пестицидами в Киевской (сорт Столичная) и Полтавской (сорта Левада, Подолянка, Косач, Скайген) областях. Для бактериологического анализа отбирали образцы растений с пятнами разного цвета - от бурого до коричневого с темной каймой, с продолговатыми бурыми или буро - коричневыми штрихами, иногда с хлорозным ореолом на листьях и стеблях. У выделенных изолятов бактерий определяли патогенные, морфологические, культуральные и биохимические свойства по общепринятым методикам [2, 12]. Бактерии идентифицировали, сравнивая их свойства со свойствами типового штамма *P. syringae* pv. *syringae* NCPPB 281, неопатогенного – *P. syringae* pv. *atrofaciens* PDDCC 4394 и Определителем бактерий Берги [10].

Серологические свойства изолятов бактерий из пшеницы и сорняков исследовали с использованием антисывороток к штаммам *Pseudomonas syringae* пяти серологических групп, которые встречаются на зерновых культурах [6, 7]. Антисыворотки получали известными методами [8] к штаммам *P. syringae* pv. *atrofaciens* УКМ В-1013 – серогруппа I; *P. syringae* pv. *atrofaciens* К-1025 – серогруппа II; *P. syringae* pv. *atrofaciens* PDDCC 4394 – серогруппа IV; *P. syringae* pv. *atrofaciens* 948 – серогруппа V; *P. syringae* pv. *atrofaciens* УКМ В-1115 – серогруппа VI.

Состав жирных кислот общих клеточных липидов определяли по методике Brian [11]. Разделение метиловых эфиров жирных кислот проводили на хромато-масспектрометрической системе Agilent 6890N/5973 inert.

**Результаты и их обсуждение.** С целью предварительного прогнозирования возможного развития определенных бактериозов зерновых культур и выявления экологических ниш возбудителей бактериозов провели бактериологический анализ пораженных образцов пшеницы и сорняков, которые росли в посевах – хвоща полевого, под-

маренника цепкого, осота полевого, вьюнка полевого, мари белой, пырея ползучего, редьки дикой, ежовника обыкновенного. В естественных условиях наблюдали меньшую пораженность пшеницы в системе органического земледелия, чем при использовании интенсивной системы земледелия. Основная часть изолированных из пшеницы и сорняков оксидазоотрицательных бактерий представляла собой колонии серой окраски, плоские, прозрачные, с волнистыми краями. Для детального изучения отобраны 26 изолятов оксидазоотрицательных фитопатогенных бактерий. Изоляты бактерий давали реакцию сверхчувствительности в листьях табака и при их искусственной инокуляции вызывали патологический процесс растения - хозяина. При искусственном заражении пшеницы и сорняков развивались поражения, которые были идентичны наблюдаемым в естественных условиях симптомам (рис. 1).



Рис. 1. Результаты проявления искусственного заражения *Pseudomonas syringae*: а – на пшенице, б – на вьюнке полевым

Выделенные из пшеницы и сорняков изоляты бактерий по основным морфологическим, культуральным и биохимическим свойствам (табл. 1) не отличаются от типового штамма *P. syringae* pv. *syringae* NCPPB 281 и неопатотипового *P. syringae* pv. *atrofaciens* PDDCC 4394.

Изоляты представляли собой грамотрицательные, подвижные палочки. Бактерии не редуцировали нитраты, вариабельно разжижали желатин, не образовывали индол и сероводород. Как и коллекционные, все выделенные нами изоляты бактерий использовали как источник углеродного питания глюкозу, арабинозу, фруктозу, галактозу, ксилозу, инозитол, сорбитол, и не использовали лактозу, рамнозу, дульцитол, инулин, салицин. Выявлена вариабельность по сравнению с коллекционными штаммами, в использовании сахарозы и раффинозы (изоляты из сорняков) и мальтозы, что можно отнести за счет штаммовых различий. Выделенные изоляты бактерий за фенотипическими признаками не отличались от свойств вида *Pseudomonas syringae*, приведенных в Определителе бактерий Берги [10], что позволяет нам идентифицировать выделенные бактерии из пшеницы и сорняков как *Pseudomonas syringae*.

Таблица 1

Свойства бактерий, изолированных из пшеницы и сорняков

Тесты	изоляты бактерий из		<i>P. syringae</i> pv.	
	пшеницы	сорняков	<i>atrofaciens</i> PDDCC 4394	<i>syringae</i> NCPPB 281
Окраска по Грамму	–	–	–	–
Подвижность	+	+	+	+
Оксидаза	–	–	–	–
Редукция нитратов	–	–	–	–
Гидролиз желатины	+	+/-	+	+
Образование: сероводорода, индола	–	–	–	–
Использование: глюкозы, фруктозы, галактозы, маннитола, сорбитола, арабинозы, ксилозы, инозитола	К	К	К	К
лактозы, рамнозы, дульцитола, инулина, салицина	–	–	–	–
сахарозы	К	К/–	К	К
мальтозы	Ксл.	Ксл/–	–	–
раффинозы	К	–/К	К	К

Примечание: "К" – использование с образованием кислоты, "Ксл." – образование слабой кислоты, "-" – отрицательный результат, "+" – положительный результат, "+/-" – переменный результат.

Изолированные из пшеницы и сопутствующих сорняков (хвоща полевого, подмаренника цепкого, осота полевого, вьюнка полевого, мари белой, пырея ползучего, редьки дикой, ежовника обыкновенного) патогенные штаммы *P. syringae* выявили серологическую родство с антисыворотками к штаммам пяти серологических групп *P. syringae*, которые встречаются на зерновых культурах (табл. 2). Все штаммы, изолированные из пшеницы давали реакцию агглютинации с антисыворотками к штаммам пяти серологических групп *P. syringae*. Но основная часть штаммов в высоких титрах (12800-25600) реагировала с антисыворотками к штаммам серогрупп II, IV и VI. Причем, 22 % штаммов давали реакцию агглютинации (титр 12800-25600) с антисыворотками к штаммам *P. syringae* трех серогрупп (II, IV и VI), 33% – двух серогрупп (II и IV), 22% – одной (серогруппы II или IV).

Таблица 2

## Реакция агглютинации штаммов из пшеницы и сорняков

Штам-мы	Титры реакции с антисыворотками к штаммам <i>Pseudomonas syringae</i> , серогрупп (с.г.)					Растение-хозяин
	УКМ В-1013 I с.г.	К-1025 II с.г.	PDDCC4394 IV с.г.	948 V с.г.	УКМ В-1115 VI с.г.	
9447	3200	25600	12800	3200	12800	Пшеница
9748	6400	12800	6400	3200	1600	
9752	3200	25600	12800	3200	3200	
9771	3200	12800	25600	3200	3200	
9775	1600	25600	12800	3200	1600	
9776	1600	3200	12800	3200	800	
9780	1600	25600	12800	3200	25600	
9785	3200	800	400	6400	3200	
9819	12800	3200	1600	25600	1600	
516 а	800	1600	25600	800	100	
688 в	1600	25600	3200	3200	25600	
689 б	3200	6400	25600	1600	50	
690 б	3200	3200	25600	3200	800	
536 а	400	400	6400	800	800	Редька дикая
560 а	400	6400	12800	1600	1600	Вьюнок полевой
560 в	800	6400	12800	1600	400	
562	400	1600	25600	1600	3200	
563 б	400	6400	1600	1600	6400	
564 а	800	3200	6400	1600	25600	
566 б	400	1600	25600	400	100	
570 а	400	3200	1600	400	6400	Марь белая
645 з	200	6400	12800	6400	25600	Пырей ползучий
646 а	800	25600	6400	3200	12800	
650 б	6400	1600	400	100	6400	Ежовник обыкновенный
650 в	1600	3200	400	12800	400	
662 г	6400	50	1600	50	50	Осот полевой
684 б	400	6400	800	1600	12800	Подмаренник цепкий

Только один штамм (9819) в высоких титрах реагировал с антисыворотками к штаммам *P. syringae* серогрупп I и V. Подобные результаты получили в реакции агглютинации со штаммами бактерий, изолированных из сорняков. Основная часть этих штаммов (67%) в высоких титрах (12800-25600) реагировали с антисыворотками к штаммам *P. syringae* серогрупп II, IV и VI, но большинство штаммов – с антисывороткой к *P. syringae* PDDCC 4394 - серогруппы IV. Почти все штаммы давали реакцию агглютинации с антисыворотками к штаммам *P. syringae* серогруппы I, но ни один штамм не реагировал в высоких титрах. Один штамм проявил высокое серологическое родство (титр реакции 12800) с антисывороткой к *P. syringae* 948 (серогруппа V).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о серологическом родстве штаммов *P. syringae*, изолированных из разных экологических ниш – пшеницы и сорняков. По полученным данным различия по реакции агглютинации штаммов из разных сорняков не выявлено. Штаммы *P. syringae*, изолированные

из пораженных сорняков, по антигенным свойствам относятся к тем же серологическим группам, что и выделенные из пшеницы и других зерновых культур [6, 7]. Подобные результаты наблюдали при исследовании антигенных свойств штаммов *P. syringae*, изолированных с поверхности внешне здоровых сорняков агрофитоценозов овса [8]. Принадлежность бактерий, выделенных из пшеницы и сорняков, к виду *P. syringae* подтверждено жирнокислотным составом общих клеточных липидов (табл. 3).

У выделенных штаммов были идентифицированы насыщенные (C12:0 – додекановая, C16:0 – гексадекановая, C18:0 – октадекановая), ненасыщенные (C16:1 – гексадеценная, C18:1 – 9-октадеценная), циклопропановые (C17:0 cyclo – 9,10 – метилгексадекановая, C19:0 cyclo – 2 – октилциклопропанеоктановая) и оксизамещенные (C10:0 3-ОН – 3 – гидроксидекановая, C12:0 2-ОН – 2 – гидроксидодекановая, C12:0 3-ОН – 3 – гидроксидодекановая) жирные кислоты. Разницы в качественном составе жирных кислот между штаммами, изолированными из пшеницы и сорняков не выявлено. Разницу наблюдали в количественном составе жирных кислот как у штаммов из пшеницы, так и сорняков. Что может свидетельствовать о штаммовой гетерогенности в жирнокислотном спектре клеточных липидов.

Таблица 3

**Жирнокислотный состав общих клеточных липидов (в % к высоте пиков)**

Кислота	Условное обозначение	Штаммы изолированы из:	
		пшеницы	сорняков
3-гидроксидекановая	C10:0 3-ОН	0,29-0,43	1,04 -2,57
додекановая	C12:0	3,27-4,83	6,38 - 10,93
2-гидроксидодекановая	C12:0 2-ОН	0,98-1,99	0,89-2,39
3-гидроксидодекановая	C12:0 3-ОН	<0,2	0,18-0,35
9-гексадеценная	C16:1	38,86-44,44	37,14-48,33
гексадекановая	C16:0	27,56-31,70	25,51-27,61
9,10-метилгексадекановая	C17: 0 cyclo	0,29-0,85	0,18-0,95
9-октадеценная	C18:1	18,30-25,43	12,21-21,35
октадекановая	C18:0	0,65-1,43	0,16-0,41
2-октилциклопропане-октановая	C19:0 cyclo	<0,2	0,18-1,09

В клеточных липидах исследованных штаммов преобладают жирные кислоты с четным числом углеродных атомов – гексадеценная (38,86-44,44% – штаммы из пшеницы, 37,14-48,33% – штаммы из сорняков), гексадекановая (27,56 -31,70% - в штаммах из пшеницы, 25,51-27,61% – в штаммах из сорняков) и октадеценная (18,30-25,43% – в штаммах из пшеницы, 12,21-21,35% – в штаммах из сорняков). Их суммарное содержание составляет более 80% от всех выявленных жирных кислот, в том числе 49-70% составляют ненасыщенные жирные кислоты (C16:1, C18:1). В качестве минорных компонентов (0,18-1,43%) выявляли октадекановую (C18:0) и cyclo -2 – октилциклопропанеоктановую (C19:0) кислоты.

Как известно, наибольшее значение для систематики бактерий рода *Pseudomonas* имеют оксикислоты. Во всех исследованных штаммах как из пшеницы, так и сорняков выявлено 3 – гидроксидекановую, 2 – гидроксидодекановую и 3 ОЦ гидроксидодекановую кислоты (табл. 3). Полученные результаты о содержании оксикислот согласуются с данными литературы. По данным D. Stead [14] у фитопатогенных бактерий рода *Pseudomonas* обнаружены насыщенные, ненасыщенные и оксикислоты. На основе выявленных оксикислот, названных сердцевинными (2 - гидроксидекановая, 3-гидроксидекановая и изоразветвленными – 3- гидроксидекановая) исследованные штаммы D. Stead распределены на шесть групп. Патовары *P. syringae* входят в группу 1 подгруппы 1a, все члены которой содержат 10:0 3-ОН, 12:0 2-ОН и 12:0 3-ОН оксикислоты в количествах, меньших 5-6 %. В исследованных нами штаммах *P. syringae* содержание 3-гидроксидекановой кислоты составляло 0,29-0,43% (штаммы из пшеницы, 1,04-2,57% (штаммы из сорняков), 2 – гидроксидодекановой – 0,98-1,99% (штаммы из пшеницы), 0,89-2,39% (штаммы из сорняков) и 3- гидроксидодекановой – 0,18-0,35% (штаммы из сорняков). Полученные нами результаты по количеству жирных кислот – 12:0 2-ОН < 3%; 16:1 +18:1 > 52 %, соотношение 16:0 до 16:1 < 0,9 совпадают с данными литературы [13].

Таким образом, качественный состав и количественное соотношение жирных кислот исследованных бактерий, выделенных из различных экологических ниш, характерные для *P. syringae*. Состав жирных кислот клеточных липидов бактерий может быть использован для идентификации вида *P. syringae*. Полученные результаты соответствуют ранее сделанному выводу о возможности использования состава жирных кислот для идентификации бактерий на видовом уровне, а методов, основанных на полимеразной цепной реакции, для дифференциации фитопатогенных бактерий на патовары и биовары [14].

В дальнейшем мы исследовали, являются ли выделенные бактерии из пшеницы и сопутствующих сорняков узкоспециализированными. Результаты перекрестного искусственного заражения показали, что патогенные штаммы бактерий *P. syringae*, изолированные из пшеницы, кроме пшеницы в эксперименте поражают исследованные сорняки - пырей ползучий, хвощ полевой и осот полевой. Но агрессивность бактерий на сорняках отличалась, от их агрессивности при инокуляции растения -хозяина. Некоторые штаммы были высокоагрессив-

ными как для пшеницы, так и сорняков, другие - отличались по агрессивности на сорняках. Обнаружены штаммы бактерий, при искусственной инокуляции которых агрессивность выше на сорняках, чем на пшенице.

В то же время нами установлено, что штаммы *P. syringae*, выделенные из сорняков, кроме сорняков, при искусственной инокуляции вызывают поражения зерновых культур - пшеницы и ячменя.

Учитывая результаты перекрестного заражения растений возбудителями бактериозов сорняков и сельскохозяйственных культур можно допустить, что многолетние сорняки являются одной из экологических ниш сохранения и выживания возбудителей бактериозов при неблагоприятных или экстремальных условиях окружающей среды. Многолетние сорняки не только засоряют посеы сельскохозяйственных культур, но при благоприятных для их развития условиях становятся потенциальной угрозой вспышки бактериозов.

**Выводы.** Таким образом пшеницу и сопутствующие сорняки - хвощ полевой, подмаренник цепкий, осот полевой, вьюнок полевой, марь белая, пырей ползучий, редька дикая и ежовник обыкновенный поражают бактерии, которые на основании морфологических, биохимических и серологических свойств идентифицированы как *Pseudomonas syringae*. *P. syringae* является основным возбудителем бактериальных болезней пшеницы и исследованных сорняков. Установлено серологическое родство бактерий, изолированных из сорняков, с возбудителем бактериальных болезней зерновых культур *P. syringae* pv. *atrofaciens*. Полученные результаты свидетельствуют о том, что на сельскохозяйственных культурах и сопутствующих сорняках паразитируют одинаковые возбудители бактериальных болезней и подтверждают данные других исследователей о том, что фитопатогенные бактерии группы *P. syringae* способны поражать широкий круг растений-хозяев [3, 9].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гвоздяк, Р.И., Пасичник, Л.А., Яковлева, Л.М. та ін. Фітопатогенні бактерії. Бактеріальні хвороби рослин / За ред. В.П. Патики. – Київ: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2011. – 444 с.
2. Герхард, Ф. Методы общей бактериологии: в 3 т. / Ф. Герхард. – М.: Мир, 1983. – Т. 1. – 563 с. – Т. 3. – 264 с.
3. Королева, И.Б., Пасичник, Л.А. Восприимчивость различных сортов ржи и других зерновых культур к *Pseudomonas syringae* pv. *atrofaciens* // Микробиол. журн. – 1989. – 51. – № 1. – С. 98-99.
4. Котляров, В.В. Бактериальные болезни культурных растений. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 324 с.
5. Красноперова, Е. М. Экология сорных растений зерновых агрофитоценозов Приобской лесостепи // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Калининград, 2006. – 24 с.
6. Пасичник, Л.А. Антигенні властивості бактерій патоварів *Pseudomonas syringae*, які уражують зернові культури // Микробиол. журн. – 2000. – 62, № 5. – С.18-22.
7. Пасичник, Л.А., Яковлева, Л.М., Гвоздяк, Р.И., Василев, В.И. Серологическая гетерогенность штаммов *Pseudomonas syringae* pv. *atrofaciens* и их экологические ниши // Микробиология. – 2003. – 72. – № 6. – С. 828-833.
8. Пастушенко, Л.Т., Симонович, І.Д. Одержання специфічних антисироваток до фітопатогенних бактерій роду *Pseudomonas* // Микробиол. журн. – 1971. – 33. – № 1 – С. 37-39.
9. Яковлева, Л.М., Патики, В.Ф., Гвоздяк, Р.И., Щербина, Т.Н. Фитопатогенные бактерии пырея ползучего в посевах пшеницы // Микробиол. журн. – 2009. – 71. – № 3. – С. 30-37.
10. Bergey's manual of systematic bacteriology / Boore D.R., Castenholz R.W. editors, Vol. 1: Garrity G.M., editor-in-chief. – 2nd ed. – New York, Berlin, Heidelberg: Springer, 2005. – 2. – Part B. – 1106 p.
11. Brian, B.L., Gardner, E.W. Preparation of bacterial acid methyl esters for rapid characterization by gas-liquid chromatography // Applied Microbiology – 1967. – 15. – № 6. – P. 1499-1500.
12. Methods in phytobacteriology /Eds Z. Klement, K. Rudolf, D. Sands. – Budapest: Academiai Kiado, 1990. – 568 p.
13. Stead, D.E. Grouping of plant pathogenic and some other *Pseudomonas* sp. by using cellular fatty acid profiles // Int. J. Syst. Bacteriol. – 1992. – Vol. 42. – N 2. – P. 281-295.
14. Stead, D.E., Hennessy, J., Elphinstone, J.G., Wilson, J.K. Modern methods for classification of plant pathogenic bacteria including *Pseudomonas* // Developments Plant Pathology. – 1998. – Vol. 9. – P. 427-434.

Матеріал посту́пил в редакцію 06.03.14.

#### PSEUDOMONAS SYRINGAE IN AGROPHYTOCENOSIS OF WHEAT

L.A. Pasichnyk<sup>1</sup>, O.A. Savenko<sup>2</sup>, L.N. Butsenko<sup>3</sup>, V.F. Patyka<sup>4</sup>, A.V. Kalinichenko<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Doctor of Biological Science; Senior Scientific Researcher, <sup>2</sup> 1<sup>st</sup> Category Engineer, <sup>3</sup> Ph.D. in Biological Science; Senior Scientific Researcher, <sup>4</sup> Academician of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine (NAAS), Doctor of Biological Science, Professor, <sup>5</sup> Dr Hab, Professor, Head of Information System and Technology Chair, Professor of Process Engineering Chair

<sup>1, 2, 3, 4</sup> D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of National Academy of Sciences of Ukraine (NAS) (Kiev), Ukraine, <sup>5</sup> Poltava State Agrarian Academy (Poltava), Ukraine, <sup>5</sup> Opole University (Opole), Poland

**Abstract.** It is established that the main anticrop agent of wheat and accompanying weeds in agrophytocenosis wheat is *Pseudomonas syringae*. The serological identity of strains of *P. syringae* isolated from different ecological niches – wheat and weeds is revealed. *P. syringae* strains of weeds on anti-gene properties belong to the same serological groups, as allocated of wheat and other grain crops. Qualitative structure and quantitative ratio of fatty acids of the studied bacteria allocated of various ecological niches, specified for *P. syringae*.

**Keywords:** *Pseudomonas syringae*, serogroup, fatty acids, wheat, weeds.



УДК 5.91.363:612.017.34

## ЭМБРИОТОКСИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ СВИНЦА НА РЕПРОДУКТИВНУЮ ФУНКЦИЮ ЖИВОТНЫХ

О.А. Хлущевская<sup>1</sup>, Г.З. Химич<sup>2</sup>

<sup>1</sup> доцент, кандидат биологических наук, <sup>2</sup> профессор, кандидат биологических наук  
Инновационный Евразийский университет (Павлодар), Казахстан

*Аннотация.* Экспозиция свинца в малых дозах самкам крыс в период беременности и лактации оказывает тяжелое эмбриотоксическое и тератогенное действие на их потомство.

*Ключевые слова:* свинец, репродуктивная функция, тератогенное действие, приподнятый крестообразный лабиринт (ПКЛ), двигательная активность.

В условиях неблагоприятной обстановки на человека оказывают пагубное влияние вредные вещества, в том числе свинец.

Свинец известен как яд не менее тысячи лет, а его токсичное действие на детей - более ста лет. Однако механизмы его действия и последствия острой и хронической интоксикации свинцом остаются до сих пор серьезной проблемой для здоровья населения, особенно крупных городов и стран третьего мира [22]. Так или иначе, исследования токсического влияния свинца на организм человека продолжаются, а последние десятилетия оказались наиболее плодотворными в смысле получения новой информации о разнообразных влияниях на организм этого металла и механизмах этого влияния.

Прямое нейротоксическое действие свинца разнообразно. Оно включает влияние на процессы возбудимости нервных клеток, на процессы хранения и высвобождения нейротрансмиттеров, на митохондрии, вторые мессенджеры и протеин киназу С, на цереброваскулярные эндотелиальные клетки, клетки астроглии и олиго дендроглии, на апоптоз [19]. Все многочисленные токсические эффекты свинца трудно свести к единому механизму, однако способность свинца замещать кальций - это фактор, общий для многих проявлений токсического действия свинца. Способность свинца проникать через гематоэнцефалический барьер тоже частично обусловлена его способностью замещать ионы Са<sup>++</sup>. Эксперименты с ингибиторами метаболизма позволили предположить, что обратный транспорт свинца посредством Са-АТФ-азного насоса играет очень важную роль в этом процессе [14]. Еще более прямые доказательства роли Са-АТФ-азной помпы в транспорте свинца были получены в исследованиях *in vitro* эндотелиальных клеток мозговых капилляров, первых составляющих гематоэнцефалического барьера [15,16]. Поглощение свинца возбудимыми клетками также в значительной степени обусловлено его взаимодействием с клеточными механизмами, в обычных условиях выполняющими функции, опосредованные ионами Са<sup>++</sup>. Поглощение свинца питуитарными и глиальными клетками увеличивается при истощении запасов кальция [15]. Свинец входит в клетки астроглии и нейроны через вольтаж-чувствительные кальциевые каналы [16, 18].

Токсическому действию свинца особенно подвержены дети, проживающие в городах. Американские исследователи утверждают, что в строительных материалах, красках для стен и пола в домах, построенных до 1972 года, содержался свинец в дозах, превышающих допустимые. Пыль в таких домах была, а подчас и остается, особенно в бедных районах, источником свинцовой интоксикации городских детей [12,17]. Источником свинца может быть и питьевая вода. Например, серьезной проблемой в Англии до сих пор остается водопровод. Около 45% частных домов получают воду по свинцовым трубам, хотя использование таких труб там было запрещено с 1976 года [12].

В крупных городах Казахстана, как и всего постсоветского пространства, основным источником свинца являются выхлопные газы автомобилей, количество которых давно уже во много раз превысило допустимые нормы, но продолжает увеличиваться. Особенно это опасно для таких городов, как Алматы, с его чрезвычайно низкой проветриваемостью; для крупных промышленных центров республики, таких, как Павлодар, Усть-Каменогорск, Актюбинск, Шымкент, где, кроме свинца, в воздухе, воде и почве сосредоточены запредельные дозы многих других токсических веществ [2, 5]. Кроме того, в Казахстане действует свинцовое производство (свинцовые заводы Шымкента и Усть-Каменогорска) – источник интоксикации не только для работающих на этих предприятиях, но и для их семей и всего населения, проживающего вокруг этих предприятий [8].

В Казахстане предельно допустимые дозы токсичных веществ намного выше мировых, но, к сожалению, это вовсе не означает, что свинец в Казахстане обладает более слабым токсическим действием на организм человека, чем в других странах мира. К тому же его концентрация зачастую в несколько раз превышает даже наши предельно допустимые концентрации [2, 5]. О неснижающейся актуальности исследований влияния свинца и других тяжелых металлов на организм человека в нашей стране свидетельствует и тот факт, что за последние годы в Казахстане по этой проблеме защищены более двадцати кандидатские и докторские диссертации.

Многочисленные экспериментальные исследования свидетельствуют об эмбриотоксичности свинца, оказывающего негативное воздействие на репродуктивную функцию женщины, приводя к различным нарушениям в развитии плода [13, 3]. Из всех форм репродуктивных нарушений лидирующее место занимают спонтанные аборт, рассматриваемые некоторыми авторами как уникальное приспособление природы к исправлению собственных «ошибок», которые определяются накоплением вредных мутаций индуцированных чаще всего антропогенными факторами [6, 1, 9]. Как следует из клинических и экспериментальных данных ни на одной из стадий своего развития эмбрион и плод полностью не защищены от воздействия токсикантов. Таким образом, в условиях нарушенного экологического равновесия нарастает угроза репродуктивной функции женщины и здоровью потомства, увеличиваются частота патологического течения беременности, перинатальной заболеваемости и смертности, доля врождённых пороков развития новорожденных. С момента формирования функциональной системы мать-плод женщины становятся средой обитания для другого организма, т.е. экосистемой более высокого уровня. Поэтому исследования экологии системы мать-плод представляют одну из важных и в то же время наименее разработанных сторон проблемы экологии человека. Речь идёт о сложном типе взаимодействия окружающая среда-беременная женщина - плод - новорожденный.

Реакция эмбриона и плода человека на неблагоприятные экзогенные воздействия в значительной степени определяется стадией внутриутробного развития. В ранние периоды онтогенеза у эмбриона практически отсутствуют механизмы адаптации и специфические реакции в ответ на действие патогенных агентов. Лишь по мере созревания важнейших органов и систем плода, становления функций возникают морфологические и функциональные предпосылки для формирования ответных реакций, характерных для организма новорожденных. Учитывая, что плацентарный барьер практически не препятствует прохождению свинца из крови матери к плоду, можно заключить, что у беременных животных, предварительно отравленных свинцом, происходит значительное увеличение его в крови, которое может токсически воздействовать на будущее потомство и неблагоприятно отражаться на его общем развитии (снижение роста-весовых показателей, ухудшение психомоторного и интеллектуального развития, увеличение частоты заболеваемости, врождённых пороков развития, нарушение поведения). Известно, что при свинцовой интоксикации в первую очередь поражаются наиболее тонкие и чувствительные ассоциативные функции мозга, которые не могут быть выявлены никакими органоспецифическими тестами. Эти нарушения функционального взаимодействия структур головного мозга снижают способность организма к пластическим перестройкам своей деятельности и, тем самым, снижают его адаптационные возможности.

В последнее время всё чаще стали выявляться неврологические последствия воздействия свинца в концентрациях, ранее считавшихся безопасными, что увеличивает риск в отношении возможного поражения плода и новорожденного. Экспериментальные работы показывают, что при действии свинца происходят изменения в половых органах, отмечаются мертворождения, выкидыши, рождение мало жизнеспособных детёнышей.

Так, группой свердловских исследователей установлено, что отравление свинцом беременных самок (кролики) привело к выкидышу у 60% из них, а у 30% родились мёртвые детёныши. Аналогичные результаты были получены и на морских беременных свинках. Sandler D. [20] обнаружил, что у крысят, получавших свинец в течение пре- и постнатального онтогенеза, происходит снижение массы тела (на 52%) и массы мозга (на 27%). Л.И. Носова [10] полагает, что токсическое действие свинца проявляется в критические фазы эмбриогенеза.

Исторически сложилось так, что большая часть исследований в области экспериментальной тератологии приходилась на изучение периодов имплантации и органогенеза. Было установлено, что в результате воздействия до и после периода раннего формирования, у эмбриона нарушалось обычное развитие органов. Эти периоды эмбриогенеза известны теперь как критические периоды органогенеза, характеризующиеся наиболее выраженной чувствительностью к развитию нарушений [7]. В последующем было подтверждено, что действительно в эти периоды эмбриогенеза дефекты развития в большем проценте случаев возникают в виде анатомических нарушений. Однако в настоящее время установлено, что такие виды нарушений развития являются только одним из возможных разнообразных типов нарушений, и другие типы аномалий в значительном проценте случаев могут возникать в тех же самых органах после воздействия и в другие (некритические) периоды.

В проблеме изучения нарушений эмбрионального развития большое значение имеют методические подходы, позволяющие оценить характер нарушений и сопоставить данные различных авторов. К сожалению, в настоящее время отсутствует единая, официально утверждённая методика изучения нарушения эмбрионального развития. Рекомендации разных авторов в отношении изучения эмбриотоксического и тератогенного действия свинца разноречивы, отсутствует единая схема постановки эксперимента, единые подходы к уровням и периодам воздействия, используемые критерии оценки и т.п.

Отсутствие унифицированных подходов затрудняет сравнение результатов исследований различных авторов.

При решении вопроса об эмбриотоксическом и тератогенном действии экспозиции свинца мы осуществляли следующее:

1. На всем протяжении беременности крысам ежедневно *per os* через зонд вводили нитрат свинца в

дозах, приближающимся к тем, которые могут поступать в организм из окружающей среды;

2. Всем животным был обеспечен полноценный пищевой рацион, свежая вода для питья, постоянный тщательный уход [2];

3. Введение токсиканта производилось с первого дня беременности, устанавливаемого на основании обнаружения сперматозоидов во влагалищном мазке;

4. Введение токсиканта производилось в одно и то же время суток;

5. Исследования проведены на белых беспородных крысах, которые признаны удачным объектом для такого рода исследований. Выбор беспородных крыс для исследования обусловлен следующим:

а) У крыс одинаковый с человеком гемохориальный тип плаценты, что облегчает экстраполяцию экспериментальных данных на человека;

б) У интактных крыс редко возникают спонтанные аномалии развития;

в) Кратковременность периода беременности у крыс;

г) Легкость определения факта спаривания и возможность точного определения первого дня беременности у крыс.

6. Формирование контрольной группы осуществлялось из потомства белых лабораторных крыс;

7. Об эмбриотоксическом действии нитрата свинца судили по числу мертворожденных и погибших в первые дни после рождения, среднему числу особей в помете, весу и размерам одного новорожденного [7];

8. О тератогенном действии токсиканта свидетельствовали: внешние и внутренние аномалии развития, динамика развития в постнатальном периоде [7];

9. При достижении потомством одномесячного возраста у животных контрольной и экспериментальной групп определяли интегральную двигательную активность в приподнятом крестообразном лабиринте (ПКЛ);

С первого дня беременности и до конца периода лактации, самкам экспериментальной группы ежедневно через зонд вводили нитрат свинца в дозе 0,0015 мг/кг массы тела.

Наблюдения проводились с момента рождения крысят обеих групп (интактных и экспериментальных). Учитывались следующие показатели: *специфические* - день открытия глазной щели, день отлипания ушной раковины, день появления шерстного покрова, число особей в помете, выживаемость; *интегральные* - динамика увеличения массы тела, двигательная активность в приподнятом крестообразном лабиринте (ПКЛ).

Группа интактных новорожденных от 5 самок составила 55 крысят (самцов – 25; самок – 30). В экспериментальной группе от 15 самок, подвергшихся в период беременности экспозиции малыми дозами свинца, выжил только 41 детёныш (самцов – 16; самок – 25), 49 остальных погибли в период рождения, через несколько часов после рождения, либо спустя 1-2 дня. При этом у 40% погибших особей отмечены выраженные аномалии: дисплазия всех конечностей, отсутствие (полное или частичное) глазных щелей и ушных раковин. Вскрытие выявило морфологические изменения внутренних органов у погибших крысят. У всех отмечена гипоплазия желудочно-кишечного тракта, особенно тонкого кишечника, почек. Наблюдались кровоизлияния в мозговую оболочку и гипоплазия головного мозга, а у 20,4% крысят обнаружена гипоплазия сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Таким образом, изучение специфических и интегральных показателей для оценки морфологических и поведенческих изменений у потомства самок, подвергшихся интоксикации в период беременности и до конца лактации, проводилось на двух группах животных: интактных – 55 и экспериментальных – 41.

Динамика морфологических показателей у потомства интактных и экспериментальных групп крыс свидетельствует, что масса тела новорожденных составила в среднем 2,5 г, а по достижении месячного возраста она увеличилась до 102,36 г., что соответствует уровню нормативных данных (вес новорождённого в среднем - 2,5г, а к концу первого месяца жизни – 100 г. (Е. Witshi, 1956) [7]. Специфические показатели (открытие глазных щелей, отлипание ушной раковины и появление шерстного покрова) также соответствовали норме: они отмечены, соответственно, на 16-й, 13-й и 5-й день после рождения.

Морфологические показатели *экспериментальной группы* значительно отличаются от контрольной. Так, вес новорожденного потомства, получивших свинцовую интоксикацию, достоверно ниже ( $2,05 \pm 0,02$ г,  $p < 0.001$ ), Специфические показатели также существенно отличались от нормативных. Открытие глазных щелей, отлипание ушных раковин и появление шерстного покрова произошло в более поздние сроки (соответственно, на 21-й, 20-й и 10-й дни).

К трём месяцам постнатального развития экспериментальные животные по весу и размерам практически не отличались от интактных крыс одномесячного возраста. В дальнейшем, до года, достоверных изменений этих параметров не происходило, и большинство животных к годовалому возрасту погибло. До полуторагодовалого возраста дожили только две самки. У всех животных к концу жизни появилось носовое кровотечение, хорошо выраженные опухоли в области щёк и парез сначала правой задней, а позже левой задней конечностей.

Все погибшие животные были вскрыты для выявления причины их гибели. При гистологическом исследовании микропрепаратов, сделанных из тканей внутренних органов, описывается следующая картина.

Головной мозг. *Лобные доли*. В ткани отмечаются скопления эритроцитов с довольно четкими контурами. В окружности скопление полиморфных клеток с преобладанием клеток типа «зернистый шар». По

периферии обнаружено выпадение нервных клеток. Сохранившиеся клетки находятся в состоянии тяжёлой дистрофии с проявлениями глыбчатости в цитоплодии. Ядра различны по форме. В отдельных клетках они размытые, гипохромные. В других клетках – пикнотические, гиперхромные. Вокруг клеток и сосудов различного диаметра видны неокрашенные пространства. Отёк перичеселлюлярный, периваскулярный. Стенка сосудов – с элементами разволокнения. В просвете – наличие стазов и сладжей. *Теменные доли.* В ткани выражено неравномерное кровенаполнение сосудов, находящихся в состоянии пареза. Нервные клетки – с нечёткими контурами цитоплазмы. Ядра в большинстве размыты, гипохромные. Выраженный периваскулярный и перичеселлюлярный отёк. *Лёгкие.* В ткани – выраженное полнокровие с паретически расширенными сосудами различного калибра. В межальвеолярных капиллярах имеются эритроциты. В просвете отдельных альвеол отмечается наличие розовой жидкости, под плеврой – очаги эмфизатозно изменённых альвеол с нарушением целостности. Очаги кровоизлияния – мелкие как под плеврой, так и в интерстиции. *Сердце.* Тяжёлая дистрофия кардиомиоцитов, с размытой поперечной исчерченностью. Отёк интерстиции и вокруг сосудов, парез сосудов с картиной *сладжирования*. *Почки.* Структура ткани прослеживается, отмечается неравномерное полнокровие с некоторой ишемизацией коры и более полнокровным мозговым слоем. Большинство клубочков – одинаковых размеров, со свободными просветами капсул, в капиллярных петлях – паретическое расширение и сладжирование. Отёк капсулы. *Печень.* Структура ткани прослеживается, гепатоциты – с наличием в цитоплазме вакуолей различного диаметра, местами они сливаются. Ядра оттеснены на периферию, размытые, с центрами просветления. Портальные тракты неравномерные, пространственно не выраженные. Эндотелий капилляров набухший. *Плацента.* Ворсины незрелые, дистрофия клеток синцития. В мелких ворсинах сосуды паретически расширены, просвет пуст. В сосудах среднего и крупного калибра разволокнение стенки и наличие сладжей и стазов. Отмечаются кровоизлияния различных диаметров в межворсинчатом пространстве над базальной, слегка утолщенной, пластинкой. Выявлено наличие круглоклеточной инфильтрации.

По поводу токсического действия свинца имеются разные мнения. Н. Sourgens et al [21] высказал предположение о прямом токсическом действии свинца, при хроническом воздействии в эксперименте, на герминативный эпителий и нарушение взаимосвязи между гипоталамусом, гипофизом и гонадами. Берлингер Е.Г. и Данилова О.А. [4] предполагают, что специфический эффект свинца обусловлен прежде всего его нейротоксичностью, в том числе действием на нейромедиаторные системы мозга. Возможно, что нарушение синтеза и обмена катехоламинов в мозгу – один из механизмов нарушения половой функции при свинцовой интоксикации. Резкое уменьшение содержания норадреналина и дофамина в гипоталамусе они объясняют тем, что свинец, проникая через гематоэнцефалический барьер, угнетает их синтез в центральных катехоламинергических элементах, и может быть одной из причин блокады овуляции при свинцовой интоксикации. Показано также, что свинец, вызывая повышенную возбудимость мускулатуры матки, таким образом, является причиной возникновения аборта и внутриутробной смерти плода [11].

Изучение уровня общей двигательной активности потомства крыс (контрольная и экспериментальная группы) проводили по достижении ими одномесячного возраста в приподнятом крестообразном лабиринте (ПКЛ). Анализ данных показывает выраженную индивидуальную вариабельность параметров уровня двигательной активности. Время пребывания в открытых рукавах у крысят-самцов колебалось у разных особей от 29 до 97 сек.; число свешиваний с открытых рукавов – 2-16 (у большинства крысят этот параметр вообще отсутствовал); число заходов в закрытые рукава – 6-32; вертикальных стоек – 0-29, а реакций грумминга – 4-40. Аналогичная картина наблюдалась у крысят-самок. Однако среди них больше особей, длительное время пребывавших в закрытых рукавах. Таким образом, по степени активности всё интактное потомство разделилось на три группы: высокоактивные, среднеактивные и пассивные. Причём у крысят-самцов более высокий уровень двигательной активности имели две особи (15%), средний – 34%. Интегральная двигательная активность потомства экспериментальной группы резко отличалась от контрольной. В отличие от контрольной группы, у *крысят-самцов* резко снижено время пребывания в открытых рукавах (10-29 сек), позиция свешивания с открытых рукавов вообще отсутствовала, число вертикальных стоек и реакций грумминга было минимальным. Большую часть времени они стремились проводить в закрытых рукавах. При этом резко выражена была реакция принохивания. Все вышеперечисленное является свидетельством того, что мужские особи потомства животных, подвергшихся в период беременности и лактации воздействию токсиканта, в отличие от контрольных, были абсолютно пассивны (100%).

Двигательная активность одномесячных самок также была существенно ниже. Девяносто два процента крысят в ПКЛ вели себя пассивно. Время пребывания в открытых рукавах колебалось у отдельных особей от 8 до 22 сек. Реакция свешивания с открытых рукавов, как и у самцов, у них также отсутствовала. Аналогичная картина наблюдалась в реакциях вертикальных стоек и грумминга. Реакция принохивания также резко выражена. Однако у двух самок, в отличие от крысят-самцов, поведение в ПКЛ было иным. Они длительное время проводили в открытых рукавах (62-71 сек). При этом было достаточно частое посещение ими и закрытых рукавов (36 и 30). Зато число вертикальных стоек и реакций грумминга было высоким, что характеризует их активно-исследовательскую активность. Анализ показателей параметров поведения животных в ПКЛ позволяет отнести по уровню интегральной двигательной активности к среднеактивным. Между тем, сравнивая интегральную двигательную активность потомства обоих полов с контрольными группами, можно заключить,

что практически у всего потомства животных, затравливаемых в период беременности и лактации свинцом, интегральная двигательная активность резко снижена.

Анализ полученных данных позволяет заключить, что у потомства животных, подвергшихся в период беременности воздействию малыми дозами свинца, происходят нарушения эмбрионального развития, проявляющиеся в эмбриотоксическом и тератогенном действии. Это высокий процент (54%) гибели новорожденных, малый вес тела при рождении, сниженная динамика развития в постнатальном периоде, наличие внешних и внутренних аномалий развития.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипенко, Е.Н., Алексеенко, П.Л. // Вестник Российской академии медицинских наук. – М. – 1992. – №11-12. – С. 36-39.
2. Балтаева, А.О. Изучение влияния неблагоприятных гигиено-экологических факторов на смертность детского населения (на материалах Восточно-Казахстанской области). Дисс. Канд. мед. Наук, 2001.
3. Бережков, Л.Ф., Бондаренко, Н.М., Зуглер, А.С. Динамика здоровья детей школьного возраста и значение медико-биологических факторов в его формировании // Вестник Российской Академии медицинских наук – 1993. – № 5. – С. 8-19.
4. Берлингер, Е.Г., Данилова, О.А. К механизму нарушения половой функции при свинцовой интоксикации. // Актуальные проблемы теоретической и прикладной токсикологии. Сб. науч. трудов. – М., 1988. – С.72-79.
5. Бескемпирова, К.Б. Состояние гигиено-экологической ситуации и динамика смертности взрослого населения в регионе цветной металлургии (по материалам Восточно-Казахстанской области). Дисс. к.м.н. – Алматы, 2001.
6. Гоикашвили, Л.В. Генетико-гигиенические аспекты воздействия тяжелых металлов на организм человека и животных // Автореф. дисс... док. биол. наук. – М., 1993. – 48 с.
7. Динерман, А.А. Роль загрязнителей окружающей среды в нарушении эмбрионального развития. – М., 1980.
8. Ескерова, С.У. Гигиеническая оценка влияния экономического кризиса на здоровье рабочих свинцового производства. Дисс. к.м.н, 2001.
9. Лавренин, Б.В., Буланова, С.А., Дружинин, В.Г. Медицинские аспекты охраны окружающей среды. – Тарту, 1986. – 128 с.
10. Носова, Л.И. О тератогенном эффекте ацетата свинца // Труды Крымского мединститута. – 1983. – Т.101. – С. 258-259.
11. Тарабаева, Г.И. Действие свинца на организм и лечебно-профилактические мероприятия. // Ак. Наук Каз. – ССР, Алма-Ата, 1961. – 20 с. Alexander, L.M., A. Heaven, H.T. Delves, J. Moreton, M.J. Trenouth. Relative exposure of children to lead from dust and drinking water // Archives of Environmental Health, 1993. – V.48. – pp. 392-400.
12. Alexandr L.M., A. Heaven, H.T. Delves, J. Moreton, M.J. Trenouth. Relative exposure of children to lead from dust and drinking water // Archives of Environmental Health. 1993. V.48.pp.392-400
13. Boadi, B.Y., Schultz-Swirski, R., Barnes, E.R. Secretion of human chorionic gonadotropin in superfused young placental tissue exposed to cadmium // Arch. Toxicol, 1992. – Vol.66. – 2. – P. 95-99.
14. Bradbury, M.W., Deane, R. Permeability of the blood-brain barrier to lead // Neurotoxicology. 1993/V.14. pp. 131-136.
15. Kerper, L.E., Hinkle, P.M. Lead uptake in brain capillary endothelial cells: activation by calcium store depletion // Toxicol. Appl. Pharmacol. – 1997a. – V.I 46. – pp. 127-133.
16. Kerper, L.E., Hinkle, P.M. Cell uptake of lead is activated by depletion of intracellular calcium stores // J.Biol. Chem. – 1997b. – V.272. – pp. 8346-8352.
17. Lanphear, B.P., Roghmann, K.J. Pathways of lead exposure in urban children // Environmental Res. – 1997. – V.74. – pp. 67-73.
18. Legare, M.E., Barhumi, R., Hebert, E., Bratton, G.R., Burghart, R.C., Tiffani-castiglioni E. Analysis of Pb entry into cultured astroglia // Toxicol. Sci. – 1998. – V.46. – pp. 90-100.
19. Lidsky, T.I., Schneider, J.S. Lead neurotoxicity in children's basic mechanisms and clinical correlates // Brain. – 2003. – V.126. – pp. 5-19.
20. Sandier, D. // Nejhrotoxiuty: The Experimental and clinical situation / E.N. Bach, E /lock, 1987. – P.847.
21. Sourgens, H., Riages, R., Bertram, H.P., Muller, C. Gonadal and thyroid function after experimental lead exposure // trace Element Vtd. – 1987. – 4. – 1. – P. 8-12.
22. Tong, S., von Schimming, Y.E., Prapamontol, T. Environmental lead exposure: a public health problem of global dimensions // Bull Health Organ. – 2000. – V.78. – pp. 1068-1077.

Материал поступил в редакцию 25.03.14.

## EMBRYOTOXIC INFLUENCE OF LEAD ON THE REPRODUCTIVE FUNCTION OF ANIMALS

O.A. Hlushchevskaya<sup>1</sup>, G.Z. Chimich<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Associate Professor, Candidate of Biology, <sup>2</sup> Professor, Candidate of Biology  
Innovative Eurasian University (Pavlodar), Kazakhstan

**Abstract.** Lead exposure in small doses to female rats during pregnancy and lactation renders the heavy embryotoxic and teratogenic effects on their progeny.

**Keywords:** lead, reproductive function, teratogenic activity, elevated plus maze (EPM), motion activity.

UDC 57.01

## ON THE MECHANISM OF ICE MELTING

V.I. Yashkichev

Doctor of Chemistry, Professor  
Sholokhov Moscow State University for the Humanities, Russia

**Abstract.** Coincidence of spectral bands of ice and water is explained by similarity of a structure of oscillatory units in ice and kinetic units in water. Using spectral data, with the involvement of the results received by means of the model of collective water molecule motion in water, the values of coefficient and activation energy of self-diffusion which are almost the same as for sizes, defined of experimental data are calculated.

**Keywords:** spectrum, transmissions, melting, molecules, probabilities, distribution, self-diffusion.

Studying intermolecular oscillations for ice and water gave unexpected results: three bands for water are similar to the corresponding bands for ice [1, p 232, 233, 246]. Really, in area from  $60\text{ cm}^{-1}$  to  $900\text{ cm}^{-1}$  inelastic neutron scattering spectra of ice at  $-3^{\circ}\text{C}$  and water at  $+2^{\circ}\text{C}$  are actually identical. Narrow bands  $\approx 60\text{ cm}^{-1}$  completely coincide with a maximum, and frequency shift of maxima is insignificant in the range of temperatures  $2-92^{\circ}\text{C}$ . Bands  $\approx 200$  and  $\approx 800\text{ cm}^{-1}$  for ice and water also differ slightly.

The band with a maximum of  $60\text{ cm}^{-1}$  is referred to oscillations (the slowed-down translations) tetrahedral fragment of structure of ice out of 5 molecules as whole, and the fifth molecule is in the tetrahedron center. Bands of  $\approx 200$  and  $\approx 800\text{ cm}^{-1}$  are referred respectively to oscillations and movements of the molecules which are the part of this fragment [4]. As we have bands with maxima, instead of a line spectrum, it is necessary to believe that there has to be a distribution of oscillations of the chosen molecule as a part of various complex by structure oscillatory units, and the given values of maxima are the main modes in these distributions. Therefore, each molecule executes the majority of motions as a part of this oscillatory unit – as a part of a tetrahedron out of 5 molecules.

The hypothesis explaining the similarity of spectral pattern of ice and water is offered in this article. The assumption is made that in water an oscillating motion and movements represent a single process. As spectral bands  $\approx 60\text{ cm}^{-1}$  for ice and water coincide, oscillation frequencies have to coincide as a structure of oscillatory units in ice and in water. However, in water the molecules of oscillatory unit at the end of oscillation do not come back to initial positions as it occurs at oscillation in ice. It also leads to that in water oscillatory unit is at the same time kinetic unit, and its oscillation at the same time is the elementary act of self-diffusion. We will emphasize that the molecules, which are the part of kinetic unit in water, have the same oscillations and librations (motions), as molecules in oscillatory unit in ice. Proximity of bands  $200\text{ cm}^{-1}$  (oscillations) and  $800\text{ cm}^{-1}$  (librations) points to this.

In work [3] when developing model of collective motion of the water molecules in water, the probability distributions ( $g_n$ ) of translations (movements) of a tagged molecule as a part of various kinetic units is received. The number of molecules ( $n$ ) in kinetic unit in this work is taken from 1 to 9. Small kinetic units had the structures from 1 to a tetrahedron out of 5 molecules (the fifth molecule is in the tetrahedron center), the structure of more complex is from a tetrahedron with the joined molecules. Kinetic units with  $n > 9$  are improbable. We will note that by means of model of collective motion of water molecules in water [3] it was succeeded to explain low viscosity and surprising flow ability of water at stable in comparison with other fluids hydrogen bonds between its molecules. The values of ( $g_n$ ) received in [3] are given in the table, where  $n$  – is the number of molecules in kinetic unit. Really, from the table it is possible to see that from  $0^{\circ}\text{C}$  and up to  $100^{\circ}\text{C}$  the greatest share of motions of a tagged molecule falls on a tetrahedron out of 5 molecules and subnetwork consisting of 4 molecules. It will be coordinated with that frequency shift of maxima of a narrow band of  $60\text{ cm}^{-1}$  for ice and water in an interval of temperatures from 2 up to  $92^{\circ}\text{C}$  is insignificant.

To validate a hypothesis, on its basis in this work, the estimated coefficient of self-diffusion  $D$  and energy of activation of self-diffusion of  $E_a$  for water is received. For calculation of  $D$  the Pollisar equation is used:

$$D = j \cdot L^2 / 6, \quad (1)$$

where  $j$  the frequency of molecule motions, and  $L$  is average shift of molecules at the single act of self-diffusion. Having assumed that self-diffusion in water is carried out by only kinetic unit of one structure, namely a tetrahedron out of 5 molecules, we have to receive the conservative value of coefficient of self-diffusion as the tagged molecule moves not only as a part of a tetrahedron, but also as a part of others different by structure and composition of kinetic units. To calculate, equating the oscillation frequency of a tetrahedron out of 5 molecules to the frequency of its motions in water, we accept  $j = 60\text{ cm}^{-1} = 60 \cdot 3 \cdot 10^{10} = 1,8 \cdot 10^{12}\text{ sec}^{-1}$ . Substituting in (1) this value  $j$  and  $L = 0,62 \cdot 10^{-8}\text{ cm}$  [3], we will receive  $D = 1,15 \cdot 10^{-5}\text{ cm}^2/\text{sec}$ . Experimental estimates of  $D$  are given in [1, p. 220]. They are in interval from  $2,13 \cdot 10^{-5}$  up to  $2,66 \cdot 10^{-5}\text{ cm}^2/\text{sec}$ . Really, this calculation ( $D = 1,15 \cdot 10^{-5}$ ) gives  $D$  which is approximately half as much than these values. The value of  $D$ , almost coinciding with experimental values, is received in this work when using probabilities  $g_n$  given in the table.

Table 1

n\T	273	293	313	333	353	373	$\beta_n$
1	0,0041	0,0110	0,0305	0,0756	0,1200	0,1898	1
2	0,0016	0,0046	0,0131	0,0317	0,0525	0,0783	3
3	0,0417	0,0673	0,1087	0,1588	0,1822	0,2017	3
4	0,2037	0,2490	0,2898	0,3153	0,2965	0,2617	3
5	0,4435	0,4324	0,3949	0,3126	0,2646	0,2126	3
6	0,0248	0,0270	0,0262	0,0252	0,0227	0,0192	5
7	0,0637	0,0550	0,0459	0,0339	0,0260	0,0189	5
8	0,0771	0,0746	0,0495	0,0283	0,0187	0,0118	5
9	0,1197	0,0789	0,0415	0,0187	0,0107	0,0060	5

In the table it is possible to see that the share of motions of a tagged molecule as a part of a tetrahedron out of 5 molecules at 0°C amounted to 0,4435. The value of  $D = 1.15 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{sec}$  corresponds to this share. The general movement frequency (total frequency of translations of a tagged molecule as a part of various by structure kinetic units)  $j_{06}$  corresponds to the share of movements equal to 1. Having made a proportion and solving it, we receive  $j_{06} = 4.06 \cdot 10^{12} \text{ sec}^{-1}$ . Calculation by (1) gives  $D = 2.60 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{sec}$ . It is possible to see that now the calculated value of coefficient of a self-diffusion for water according to spectroscopy ( $60 \text{ cm}^{-1}$ ) using the results of model of collective motion of water molecules in water ( $g_n$ ) coincides with values  $D$  received experimentally. It is important argument for suggested hypothesis.

We will offer one more calculation, aimed at supporting a hypothesis. In water the motions of kinetic units is accompanied by breaking of a certain number of bonds of molecules of kinetic unit with environing molecules. Values of this structural coefficient ( $\beta_n$ ) for kinetic units of the different structure, taken of [3], are also given in the table. Considering  $g_n$  and  $\beta_n$  values, in this work the estimated energy of activation of self-diffusion in water of  $E_a$  by the equation taken from [3]:

$$E_a = E_w \cdot \sum_n g_n \cdot \beta_n / n \quad (2)$$

Here  $E_w$  energy of bond breaking between the next molecules in water. The value of  $E_w = 5,62 \text{ cal/mol}$  bonds at 0°C is received in [2]. In this work for calculation of  $E_w$  Hess's law is used according to which if the system passes into other state by different ways, summary heats on these ways are equal. Ice can pass into water when melting, and can become water, sublimating in steam with the subsequent vapor condensation. Based on Hess's law in [2] the equation by which  $E_w$  value was calculated is received. The sum  $\sum_n g_n \cdot \beta_n / n$ , referring to (2), is equal to average of breaking bonds per one transliterate molecule. The sum is calculated for 0°C according to the table and is equal to 0,65. It follows herefrom  $E_a = 5,62 \cdot 0,65 = 3,65 \text{ cal/mol}$  molecules. This value  $E_a$  calculated by (2) is about 17% lower than values of  $E_a$  calculated by the equation of Arrhenius from data of coefficients of self-diffusion  $D$  [1, p. 219, 220] and being in interval from 4 to 4.8 cal/mol molecules. Considering that, estimates are made by different techniques, such result can be considered accepted for validation of a hypothesis on identity of oscillatory and kinetic units in water.

In the real work the proximity of data of oscillatory spectroscopy of ice and water is explained, and also established and the identical equation of oscillatory and kinetic units in water is used for calculation of  $D$  and  $E_a$ . We will note that for estimates the results of model of collective motion of water molecules in water were used. The contribution to understanding of the mechanism of ice melting is thus made: melting is the process going after reaching a certain temperature at which the weakened bonds between molecules start being broken, and after some time began to restore. Thus, each intermolecular bond in any time exists and any time is broken off. It is the reason of that oscillatory units of ice, keeping the whole structure and the oscillatory function, become at the same time kinetic units. Movement frequencies of molecules in this regard increases by 5 orders and ice turns into water.

#### REFERENCES

1. Эйзенберг, Д., Кауцман, В. Структура и свойства воды / Д. Эйзенберг, В. Кауцман, – Л. : Гидрометеиздат, 1975. – 280 с.
2. Яшкичев, В.И., Шилин, И.А. Вероятностный подход к теплоемкости воды / В.И. Яшкичев, И.А. Шилин // Наука и мир. – 2014. – № 2 (6). – Т 1. – С. 136-139.
3. Jashkichev, V.I. A model of collective water molecule motion in water / V.I. Jashkichev. // J. – Advances in Molecular Relaxation and Interaction Processes. – 1982. – 24. – 157.
4. Walrafen, G.E. Raman spectral studies of water structure / G.E. Walrafen // J. – Chem. Phys. – 1964. – 40. – 3249.

Материал поступил в редакцию 05.03.13.

## О МЕХАНИЗМЕ ПЛАВЛЕНИЯ ЛЬДА

**В.И. Яшкичев**

доктор химических наук, профессор

Московский государственный гуманитарный университет им. М.А. Шолохова, Россия

*Аннотация.* Совпадение спектральных полос льда и воды объяснено сходством строения колебательных единиц во льду и кинетических единиц в воде. Из спектральных данных, с привлечением результатов, полученных с помощью модели коллективного движения молекул воды в воде, рассчитаны значения коэффициента и энергии активации самодиффузии, практически совпадающие с величинами, определенными из экспериментальных данных.

**Ключевые слов:** спектры, трансляции, плавление, молекулы, вероятности, распределение, самодиффузия.



УДК 57.01

## НОВАЯ МОДЕЛЬ НЕДОСТАЮЩЕГО ЗВЕНА В ТЕОРИИ СОКРАЩЕНИЯ ПОПЕРЕЧНО-ПОЛОСАТЫХ МЫШЦ

**В.И. Яшкичев**, доктор химических наук, профессор  
Московский государственный гуманитарный университет им. М.А. Шолохова, Россия

**Аннотация.** Идея о зависимости длины белковой молекулы от степени ее связанности с другими частями, в частности от степени ее гидратации, которая позволила понять превращение тепловой энергии в механическую и объяснить механизм пульсаций клеток [4], применена к работе поперечно-полосатых мышц. Это позволило усовершенствовать теорию Хаксли [5] и продвинуться в понимании основных моментов сокращения: механизма «скольжения» и превращения тепловой энергии гидролиза АТФ в механическую энергию сокращения саркомера.

**Ключевые слова:** актин, миозин, актиномиозин, гидролиз, поперечные «мостики».

Модель скользящих нитей Хаксли базируется на проверенных экспериментальных данных. Электронная микроскопия показала, что длина как миозиновой структуры (толстые филаменты), так и нитей из актина (тонкие филаменты) при укорочения саркомера не изменяется [1, 3]. Данные рентгеноструктурного анализа говорят о том, что характер упаковки субъединиц, образующих филаменты, тоже при сокращении остается неизменным [1, 2]. И все-таки к работе поперечно-полосатых мышц приходится возвращаться, так как не решен важнейший вопрос, а именно – на что тратится тепловая энергия гидролиза АТФ и как возникают силы, сокращающие саркомер.

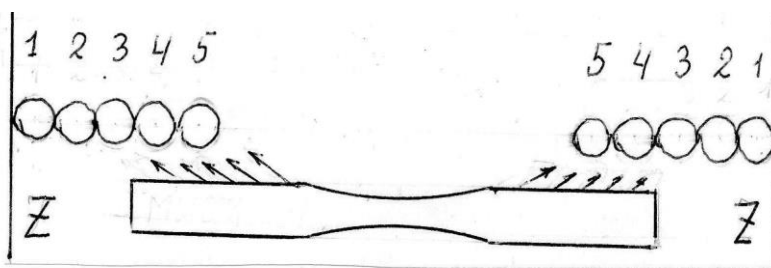


Рис. 1.

На рис 1 схематически представлено положение саркомера до прихода ионов  $\text{Ca}^{2+}$ . F-актин закреплен в стенке саркомера (линия  $Z_1$ ). Его глобулы пронумерованы. «Мостиков» между актином и миозином нет.

Хорошо изучена роль ионов  $\text{Ca}^{2+}$ . Потенциал действия – лавина ионов натрия – распространяется по системам Т-трубочек, нейтрализует, а возможно и заряжает положительно «цистерны» саркоплазматического ретикула, из которых ионы  $\text{Ca}^{2+}$  выходят в цитозоль [1, 3]. Этот подъем концентрации ионов кальция в цитозоле в итоге вызывает сокращение саркомера. Ионы кальция, сначала воздействуя на тропомиозин, снимают блокаду с образования актиномиозина (для этого концентрация ионов  $\text{Ca}^{2+}$  должна быть не меньше концентрации  $C_1$  см. рис 2 и 3), а затем, реагируя с тропонином, дают возможность «головкам» миозина проявлять свою АТФ-азную активность – открывают путь к гидролизу АТФ (для этого процесса концентрация ионов  $\text{Ca}^{2+}$  должна быть не меньше  $C_2$  см. рис. 2). Общепринято [1, 2, 3.], что именно теплота гидролиза АТФ двигает нити актина вдоль миозина. Понять механизм превращения теплоты гидролиза АТФ в механическую работу сокращения саркомера – важнейшая задача биологии.

Новые возможности для понимания механизма сокращения саркомера появляются, если к теории скольжения применить идею об увеличении размеров глобул, а, следовательно, и изменении длины всего актинового филамента при образовании связей между «головками» миозина и G-актином. Подобная идея, но применительно к межвитковой гидратации цитоскелета, была использована для объяснения механизма пульсаций клеток, и что особенно важно для понимания превращения тепловой энергии гидролиза АТФ в механическую энергию [4]. В настоящей работе учитывается и уменьшение гидратации G-актина при гидролизе АТФ (ведущее к уменьшению размеров глобул) и увеличение глобул при образовании связей миозин – актин. Связи «головки» миозина с глобулами G-актина приводят к удлинению нитей F-актина, так как «головки», внедряясь в глобулы в поисках межвитковых связей (связи должны быть прочными), растягивают их, увеличивая их объем. Совершенно иной результат дает гидролиз АТФ. Подчеркнем, что каждая глобула актина «снабжена» молекулой АТФ [1, с. 258]. Теплота гидролиза АТФ не только разрывает связи актин – миозин, но и вызывает дегидратацию белковой спирали, свернутую в глобулу. В сумме разрыв связи и дегидратация ведут к уменьшению объ-

ема глобул, а, следовательно, сокращает длину актиновых нитей. Выдвинув эту идею, можно изложить новую модель сокращения саркомера. Важное значение имеет то, что ионы  $\text{Ca}^{2+}$  движутся от стенки саркомера к его середине (у линии Z находится триада, образованная двумя цистернами саркоплазматического ретикулума и одной поперечной трубочкой T-системы [4]). В этом направлении – от линии Z к центру саркомера концентрация ионов  $\text{Ca}^{2+}$  вначале со временем увеличивается, а затем уменьшается.

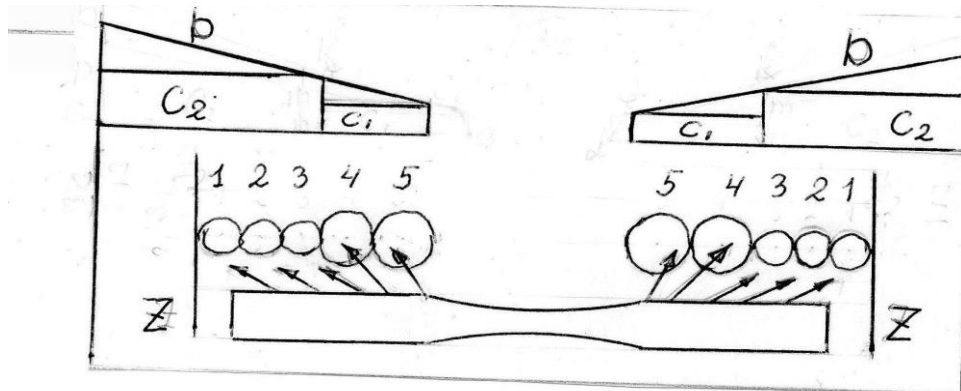


Рис. 2.

Предположим, что в определенные моменты времени сложились ситуации, изображенные на рис 2 и рис 3. На этих рисунках концентрация ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в цитозоле передается линией «b». На рис 2 концентрация ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в цитозоле больше концентрации  $C_1$ , которая необходима для образования актомиозина (глобулы 4 и 5 связаны с миозином), а также больше концентрации  $C_2$ , по достижении которой начинается гидролиз АТФ (см. положение линии «b» на рис 2). В результате гидролиза АТФ образованные ранее мостики разрушены (у глобул 1, 2, 3), а сами эти глобулы дегидратированы. Создается ситуация, когда ближе к середине саркомера связи актин-миозин существуют (глобулы 4 и 5 связаны с миозином), а гидролиз АТФ на этом участке актиновой нити заблокирован, так как концентрация ионов кальция здесь недостаточна (концентрация  $C_2 <$  концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  в цитозоле, передаваемой линией «b»). Образование связей актин-миозин, как уже упоминалось, увеличивает размер связанных глобул, и это продвигает соседние несвязанные еще глобулы актина дальше к центру саркомера, где их находят следующие «головки» миозина. Так дальний от линии Z конец F-актина «скользит» к центру саркомера. Другое положение возникает ближе к линии Z: концентрация ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в цитозоле (по линии «b») больше  $C_2$  и под действием кальций – АТФ –азной активности «головок» миозина идет гидролиз АТФ. Его теплота разрывает образованные ранее связи актин-миозин. Теплота гидролиза, разрывая связь и дегидратируя глобулы актина, уменьшает объем глобул (глобулы 1, 2, 3). Но так как в целом F-актин прочно связан с миозином, а актин со стенкой саркомера (линия Z) то уменьшение размеров, потерявших связь глобул с миозином сдвигает стенку саркомера (линию Z) к его центру, и, следовательно, сокращает саркомер. Подчеркнем, что теплота гидролиза АТФ при этом превращается в механическую работу сокращения саркомера. Шаг за шагом этот процесс продвигается к середине саркомера. Увеличение размеров глобул актина на дальнем от линии Z конце актиновой нити компенсируется уменьшением размеров глобул на ближнем ее конце. Поэтому «скольжение» актиновых нитей вдоль миозина не изменяет их длины.

Теперь саркомеру необходимо вернуться в исходное положение.

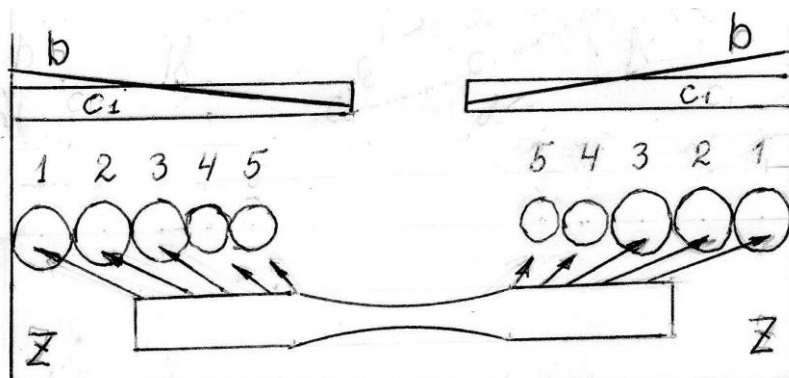


Рис. 3.

Кальциевый насос убирает ионы кальция из саркомера. На дальнем от линии Z конце актиновых нитей концентрация ионов кальция меньше  $C_1$  (смотри положение линии «b» на рис 3) и образование связей актин-

миозин не происходит. Размеры глобул G-актина при этом уменьшаются и достигают исходной величины (глобулы 4, 5 на рис 3). Этот процесс продвигается к линии Z по мере ухода ионов кальция из саркомера. На участках актиновых нитей близких к линии Z, где концентрация ионов кальция выше  $C_1$ , идет процесс восстановления ранее разрушенных теплотой гидролиза АТФ связей – «мостиков» между актином и миозином (у глобул 1, 2, 3 на рис 3, причем идет самопроизвольное [4] восстановление гидратации этих глобул). Согласно принятой гипотезе это сопровождается увеличением размеров глобул актина, и так как актин с миозином еще связаны, то восстановление мостиков ведет к движению стенки саркомера (линии Z) к исходному положению. После полного разрушения «мостиков» в связи с уходом ионов  $Ca^{2+}$  из цитозоля саркомер и актиновые нити занимают исходное положение.

Такая модель «скольжения» не вступает в противоречие с результатами эксперимента, и объясняет - на что тратится энергия гидролиза АТФ, и как эта тепловая энергия превращается в механическую энергию сокращения саркомера. Повторим, что тепловая энергия гидролиза АТФ идет на дегидратацию глобул актина и на разрушение мостиков актин – миозин. Оба процесса наряду с образованием «мостиков» изменяют размеры актиновых глобул и обеспечивают сокращение саркомера и возвращение его к исходному состоянию.

Но это одна сторона механизма сокращений. Не менее важна дегидратация головок миозина. Этот вопрос будет рассмотрен в следующей статье.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альбертс, Б., Брей, Д., Льюис, Дж., Рэфф, М., Робертс, К., Уотсон, Дж. Молекулярная биология клетки, т 2. // Б. Альбертс, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рэфф – М. : Мир, 1994. – 542 с.
2. Рис, Э., Стенберг, М. Введение в молекулярную биологию. / Э.Рис, М. Стернберг. – М. : Мир, 2002. – 142 с.
3. Уайт, А., Хендлер, Ф., Смит, Э., Хилл, Р. Леман, И. Основы биохимии т 3. // А. Уайт, Ф. Хендлер, Э. Смит, Р. Хилл. – М. : Мир, 1981. – 1157-1878 с.
4. Яшкичев, В.И. Гидратация структурных белков и модель клеточных пульсаций. / В.И. Яшкичев. Science and world. – №1 (5). – 2014. – 75-77 с.
5. Huxley, A.F. Muscle structure and theories of contraction. / A.F. Huxley. Progr. Biophys Chem. – vol. 7. – 1957. – p. 255-318.

Материал поступил в редакцию 14.03.13.

#### NEW MODEL OF THE MISSING LINK IN THE THEORY OF CROSS-STRIPED MUSCLES ACTIVITY

V.I. Yashkichev, Doctor of Chemistry, Professor  
Sholokhov Moscow State University for the Humanities, Russia

**Abstract.** *The idea concerning dependence of length of a protein molecule on degree of its coherence with other particles, in particular on degree of hydration which allowed to understand conversion of heat to mechanical energy and to explain the mechanism of pulsations of cells [4], is applied to the work of cross-striped muscles. It allowed to improve Huxley theory [5] and to promote in understanding of highlights of contracting: sliding mechanism and conversion of heat energy of ATP hydrolysis to mechanical energy of sarcomere contracting.*

**Keywords:** *actin, myosin, actinomyosin, hydrolysis, crossbridges.*

UDC 57.01

## ON CONVERSION OF HEAT TO MECHANICAL ENERGY AT SKELETAL MUSCLES WORK

V.I. Yashkichev, Doctor of Chemistry, Professor  
Sholokhov Moscow State University for the Humanities, Russia

**Abstract.** The idea concerning dependence of length of a protein molecule on degree of its coherence with other particles, in particular on degree of hydration which allowed to understand conversion of heat to mechanical energy and to explain the mechanism of pulsations of cells [4], is applied to the work of cross-striped muscles. It allowed to improve Huxley theory [5] and to promote in understanding of highlights of contracting: sliding mechanism and conversion of heat energy of ATP hydrolysis to mechanical energy of sarcomere contracting.

**Keywords:** actin, myosin, actinomyosin, hydrolysis, crossbridges.

The Huxley sliding filament theory is based on the checked experimental data. The electronic microscopy showed that length as myosin structure (thick filament), and filaments of actin (thin filament) when shortening a sarcomere does not change [1, 3]. Data of the X-ray diffraction analysis shows that nature of subunits packing forming filament, remains invariable at reduction [1, 2]. Nevertheless, it is necessary to come back to work of cross-striped muscles, as the major issue is not resolved, namely – how heat energy of ATP hydrolysis is consumed and, as there are forces, contracting a sarcomere.

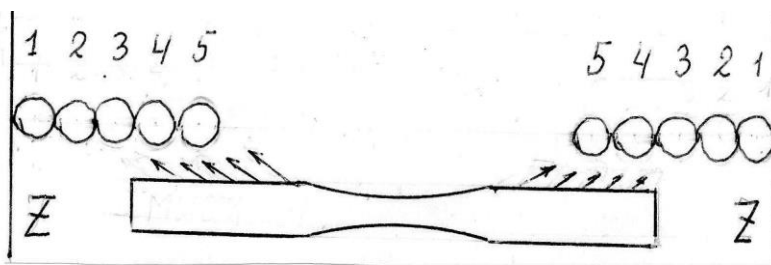


Fig. 1.

In figure 1 schematically the state of a sarcomere before ions  $\text{Ca}^{2+}$  input is presented. F-actin is fixed in walls of sarcomere ( $Z_1$  line). Its globules are numbered. There are no "bridges" between actin and myosin.

The role of ions  $\text{Ca}^{2+}$  is well studied. Action potential – sodium ions avalanche – extends over the systems of T-tubules, neutralizes, and probably charges positively "cisterns" of sarcoplasmic reticulum where ions  $\text{Ca}^{2+}$  go to cytosol [1, 3]. This increase of concentration of calcium ions in cytosol as a result causes sarcomere contracting. Calcium ions, at first influencing on tropomyosin, raise blockade with forming actinomyosin (concentration of ions  $\text{Ca}^{2+}$  has to be not less than concentration of  $\text{C}_1$ , see fig. 2 and 3). Then, reacting with troponin, give the chance to myosin "heads" to show the ATP activity – open the way to ATP hydrolysis (for this process concentration of ions  $\text{Ca}^{2+}$  has to be not less than  $\text{C}_2$ , see fig. 2). It is accepted [1, 2, 3,] that exactly ATP hydrolysis heat moves filament of actin along a myosin. To understand the mechanism of conversion of ATP hydrolysis heat to mechanical work of sarcomere contracting is the most important problem of biology.

New opportunities for understanding of the mechanism of sarcomere contracting appear if idea concerning increasing in the globule sizes, and, therefore, and change of length of all actin filament at formation of bonds between myosin heads and G-actin to theory of sliding is referred to. The similar idea, but in relation to turn-to-turn hydration of cytoskeleton, was used for explanation of the mechanism of cell pulsations and that is especially important for understanding of conversion of heat energy of ATP hydrolysis to mechanical energy [4]. The reduction of G-actin hydration at ATP hydrolysis (conducting to reducing globule sizes) and increase globules at formation of bonds of myosin– actin is considered in this work. Bonds of myosin "heads" with G-actin globules lead to lengthening of F-actin filament as "heads", invading into globules searching for turn-to-turn bonds (bonds should be stable), stretch them, increasing their volume. Absolutely other result is given by ATP hydrolysis. We will emphasize that everyone actin globule "is supplied" with an ATP molecule [1, p. 258]. ATP hydrolysis heat not only breaks bonds of actin – myosin, but also causes dehydration of protein spiral coiled into globule. In the sum, the bond breaking and dehydration lead to volume reduction of globules, and, therefore, reduce the length of actin filaments. Having put forward this idea, it is possible to state new model of sarcomere contracting. The idea that ions  $\text{Ca}^{2+}$  move from a wall of sarcomere to the center (at the line Z there is a triad formed by two cisterns of sarcoplasmic reticulum and one transverse tubule of T-system [4]) is of great importance. The concentration of ions  $\text{Ca}^{2+}$  in the beginning over time increases, and then decreases in this direction from the line Z to the center of sarcomere.

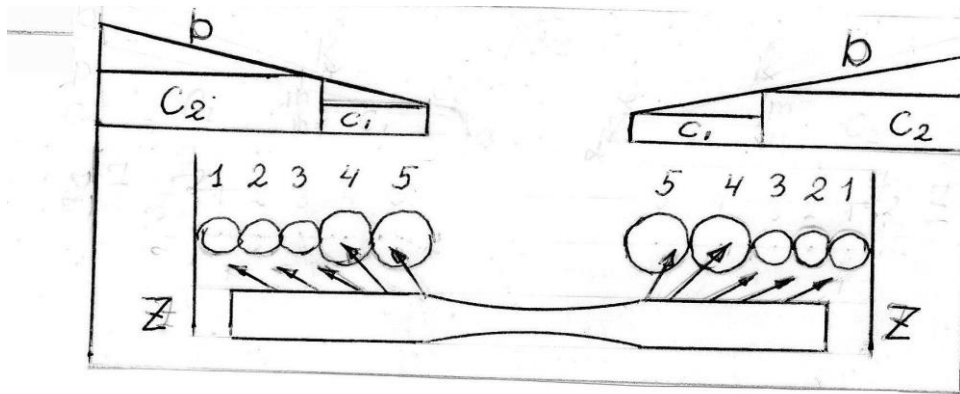


Fig. 2.

We will assume that in certain time points the situations created, represented in figures 2 and 3. In these figures, the concentration of ions  $Ca^{2+}$  is transferred in cytosol by the "b" line. In figure 2 the concentration of ions  $Ca^{2+}$  in cytosol is more than concentration of  $C_1$  which is necessary for formation of actinomyosin (4 and 5 globules are connected with myosin), and it is more than concentration of  $C_2$ , by reaching it the ATP hydrolysis begins (see position of "b" line in figure 2). As a result of ATP hydrolysis the bridges formed earlier are destroyed (at 1, 2, 3 globules), and these globules are dehydrated. The situation is created when the bonds of actin-myosin is closer to the sarcomere center (4 and 5 globules are connected with myosin), and ATP hydrolysis on this site of actin filament is blocked as concentration of calcium ions is insufficient (concentration of  $C_2 < \text{concentration of } Ca^{2+}$  is transferred in cytosol by the "b" line). The formation of bonds of actin-myosin as it was already mentioned, increases the size of connected globules and it moves next still unconnected actin globules farther to sarcomere center where they are found by the following myosin "heads". So distant from Z line the end of F-actin "slides" to sarcomere center. The other state arises closer to Z line: the concentration of ions  $Ca^{2+}$  in cytosol by the "b" line is more than  $C_2$  and under the influence of calcium – ATP activity of myosin "heads" the ATP hydrolysis is gone. Its heat breaks formed earlier bonds of actin-myosin. The hydrolysis heat, breaking bond and dehydrating actin globules, reduces volume of globules (1, 2, 3 globules). But as a whole F-actin is stably connected with myosin, actin with sarcomere wall (Z line), that the reduction of sizes of lost touch globules with myosin shifts sarcomere wall (Z line), therefore it reduces sarcomere. We will emphasize that ATP hydrolysis heat converse to mechanical work contracting sarcomere. Systematically this process moves to the center of sarcomere. The increasing sizes of actin globules at far end from Z line of actin filament is compensated by decreasing globules sizes at near end. Therefore "sliding" of actin filaments along myosin does not change their length.

Now it is necessary to return sarcomere into initial position.

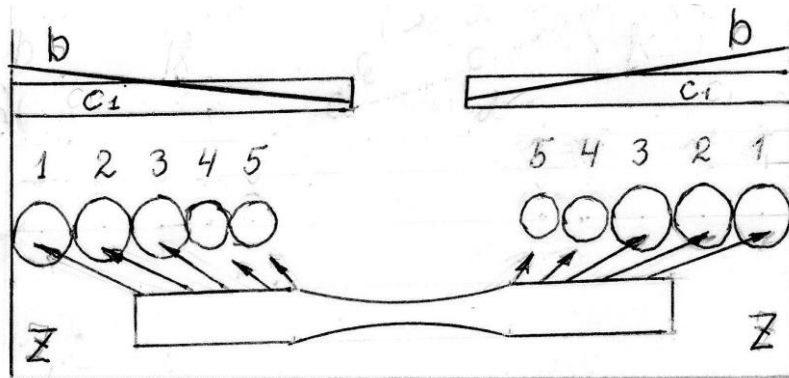


Fig. 3.

The calcium pump takes calcium ions away sarcomere. At far from the Z line the end of actin filaments the concentration of calcium ions is less than  $C_1$  (see position of the "b" line in fig. 3) and formation of bonds of actin-myosin does not happen. The sizes of G-actin globules thus decrease and reach initial size (4, 5 globules in fig. 3). This process moves ahead to the Z line in process of removing calcium ions from sarcomere. On sites of actin filaments close to the Z line where concentration of calcium ions is above  $C_1$ , goes process of restoration of earlier destroyed by ATP hydrolysis heat of bonds – "bridges" between actin and myosin (at 1, 2, 3 globules in fig. 3, and goes spontaneous [4] restoration of hydration of these globules). According to the accepted hypothesis, it is accompanied by increase in the sizes of actin globules and as actin is still connected with myosin, the restoration of bridges leads to movement of sar-

comere wall (Z line) to initial position. After final fracture of "bridges" in connection with removing of ions  $Ca^{2+}$  from cytosol, the sarcomere and actin filaments take starting point.

Such "sliding" model does not come into conflict with results of experiment, and explains – how energy of ATP hydrolysis is consumed and as this heat energy converses to mechanical energy of sarcomere contracting. We will repeat that heat energy of ATP hydrolysis goes on dehydration of actin globules destruction of bridges actin – myosin. Both processes along with formation of "bridges" change the sizes of actin globules and provide sarcomere contracting and its return to initial state.

However, it is the one aspect of the mechanism of contractions. Dehydration of myosin heads is equally important. This issue will be considered in the following article.

#### REFERENCES

1. Альбертс, Б., Брей, Д., Льюис, Дж., Рэфф, М., Робертс, К., Уотсон, Дж. Молекулярная биология клетки, т 2. // Б. Альбертс, Д. Брей, Дж. Льюис, М. Рэфф – М. : Мир, 1994. – 542 с.
2. Рис, Э., Стенберг, М. Введение в молекулярную биологию. / Э. Рис, М. Стенберг. – М. : Мир, 2002. – 142 с.
3. Уайт, А., Хендлер, Ф., Смит, Э., Хилл, Р. Леман, И. Основы биохимии т 3. // А. Уайт, Ф. Хендлер, Э. Смит, Р. Хилл. – М. : Мир, 1981. – 1157-1878 с.
4. Яшкичев, В.И. Гидратация структурных белков и модель клеточных пульсаций. / В.И. Яшкичев. Science and world. – №1 (5). – 2014. – 75-77 с.
5. Huxley, A.F. Muscle structure and theories of contraction. / A.F. Huxley. Progr. Biophys Chem. – vol. 7. – 1957. – p. 255-318.

*Материал поступил в редакцию 14.03.13.*

### К ВОПРОСУ О ПРЕВРАЩЕНИИ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В МЕХАНИЧЕСКУЮ ПРИ РАБОТЕ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ

**В.И. Яшкичев**, доктор химических наук, профессор  
Московский государственный гуманитарный университет им. М.А. Шолохова, Россия

*Аннотация.* Идея о зависимости длины белковой молекулы от степени ее связанности с другими частицами, в частности от степени ее гидратации, которая позволила понять превращение тепловой энергии в механическую и объяснить механизм пульсаций клеток [4], применена к работе поперечно-полосатых мышц. Это позволило усовершенствовать теорию Хаксли [5] и продвинуться в понимании основных моментов сокращения: механизма «скольжения» и превращения тепловой энергии гидролиза АТФ в механическую энергию сокращения саркомера.

**Ключевые слова:** актин, миозин, актиномиозин, гидролиз, поперечные «мостики».

УДК 324.131

## ПЛОСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ГРУНТОВ И ЕЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

**М.И. Азберген<sup>1</sup>, Н.О. Инкарбеков<sup>2</sup>, Ж.К. Шокимова<sup>3</sup>**  
<sup>1, 2</sup> кандидат технических наук, профессор; <sup>3</sup> старший преподаватель  
 Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Казахстан

***Аннотация.** Рассматривается одна из сложных задач механики грунтов – плоская деформация, представлены теоретические положения и методика аналитического определения характеристик грунтов при плоской деформации по результатам стандартных трехосных испытаний.*

***Ключевые слова:** деформация, плоская деформация, трехосные испытания, напряжения, характеристики грунта.*

### **Введение**

Нередко работа грунта в основаниях зданий и грунтовых сооружений, а также в теле грунтовых сооружений отвечает условиям плоской деформации, когда деформации в направлении промежуточного главного напряжения равны нулю. Определение прочностных и деформационных характеристик грунтов, необходимых для расчета указанных сооружений, представляет одну из сложных задач механики грунтов.

Приборы для испытания грунтов при плоской деформации, несмотря на их привлекательность, достаточно сложны и их использование сопряжено с определенными трудностями технического и методического характера. В связи с этим такие приборы не находят широкого применения. Как правило, характеристики грунтов определяются в стандартных испытаниях в приборах трехосного сжатия. Для адекватного отражения в расчетах работы сооружения, полученные характеристики грунтов должны корректироваться к условиям плоской деформации.

### **1. Теоретические основы плоской деформации**

Плоская деформация представляет собой частный случай сложного напряженно-деформированного состояния, когда деформации  $\varepsilon_2=0$ . В связи с чем, имеющиеся данные об основных характеристиках нелинейной деформируемости грунтов в условиях трехосного сжатия должны позволить осуществление перехода к характеристикам грунта при плоской деформации.

Соотношения для перехода от основных характеристик деформируемости грунтов при трехосном сжатии к их основным характеристикам деформируемости при плоской деформации могут быть найдены из рассмотрения уравнений обобщенного закона Гука для сложного напряженного состояния:

$$\begin{cases} \varepsilon_1 = \frac{1}{2G}(\sigma_1 - \sigma) + \frac{1}{3K}\sigma; \\ \varepsilon_2 = \frac{1}{2G}(\sigma_2 - \sigma) + \frac{1}{3K}\sigma; \\ \varepsilon_3 = \frac{1}{2G}(\sigma_3 - \sigma) + \frac{1}{3K}\sigma, \end{cases} \quad (1)$$

где второе неравенство приравнивается нулю, и тогда значение напряжения  $\sigma_2$  можно легко определить, как

$$\sigma_2 = \frac{3K - 2G}{2(3K + G)}(\sigma_3 + \sigma_1), \quad (2)$$

где  $K$  и  $G$  – основные характеристики нелинейной деформируемости грунта (модуль объемных деформаций и модуль деформаций сдвига);  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  – главные нормальные напряжения.

После подстановки значения  $\sigma_2$  в первое и третье равенства зависимостей (1) и выполнения несложных преобразований, для плоской деформации можно записать [6]:

$$\begin{cases} \varepsilon_{1nl} = \frac{3K+G}{9KG} \left[ 1 - \left( \frac{3K-2G}{18KG} \right)^2 \right] \sigma_1 - \frac{3K-2G}{18KG} \left[ 1 + \frac{3K-2G}{2(3K+G)} \right] \sigma_3; \\ \varepsilon_{2nl} = 0; \\ \varepsilon_{3nl} = \frac{3K+G}{9KG} \left[ 1 - \left( \frac{3K-2G}{2(3K-G)} \right)^2 \right] \sigma_3 - \frac{3K-2G}{18KG} \left[ 1 + \frac{3K-2G}{2(3K+G)} \right] \sigma_1, \end{cases} \quad (3)$$

или в более компактной форме

$$\begin{cases} \varepsilon_{1nl} = \frac{3K+4G}{4G(3K+G)} \left( \sigma_1 - \frac{3K-2G}{3K+4G} \cdot \sigma_3 \right); \\ \varepsilon_{2nl} = 0; \\ \varepsilon_{3nl} = \frac{3K+4G}{4G(3K+G)} \left( \sigma_3 - \frac{3K-2G}{3K+4G} \cdot \sigma_1 \right). \end{cases} \quad (4)$$

Принимая во внимание, что согласно [1, 2, 3, 5]

$$\frac{9KG}{3+K+G} = E, \quad \frac{3K-2G}{2(3K+G)} = \nu, \quad (5)$$

где  $E$  – модуль общих деформаций грунта, а  $\nu$  – коэффициент поперечных деформаций грунта, уравнения (3) можно представить в виде

$$\begin{cases} \varepsilon_{1nl} = \frac{1-\nu^2}{E} \sigma_3 - \frac{\nu(1+\nu)}{E} \sigma_3; \\ \varepsilon_{2nl} = 0; \\ \varepsilon_{3nl} = \frac{1-\nu^2}{E} \sigma_3 - \frac{\nu(1+\nu)}{E} \sigma_1, \end{cases} \quad (6)$$

а уравнения (4) переписутся как

$$\begin{cases} \varepsilon_{1nl} = \frac{1}{E_{nl}} (\sigma_1 - \nu_{nl} \cdot \sigma_3); \\ \varepsilon_{2nl} = 0; \\ \varepsilon_{3nl} = \frac{1}{E_{nl}} (\sigma_3 - \nu_{nl} \cdot \sigma_1). \end{cases} \quad (7)$$

Тогда из приведенных соотношений устанавливаются очевидные связи между характеристиками деформируемости при плоской деформации и трехосном сжатии:



$$E_{nl} = \frac{4G(3K+G)}{3K+4G} = \frac{E}{1-\nu^2}. \quad (8)$$

$$\nu_{nl} = \frac{3K-2G}{3K+4G} = \frac{\nu(1+\nu)}{1-\nu^2}. \quad (9)$$

Соотношения (8) и (9) имеют важное практическое значение, поскольку позволяют проводить расчеты для условий плоской деформации при известных, по результатам стандартных (по траектории «раздавливания») трехосных испытаний, характеристиках деформируемости. При необходимости, нетрудно перейти и к основным характеристикам нелинейной деформируемости при плоской деформации, для которых остаются справедливым соотношения

$$G_{nl} = \frac{E_{nl}}{2(1+\nu_{nl})}, \quad K_{nl} = \frac{E_{nl}}{3(1-2\nu_{nl})}. \quad (10)$$

Для определения характеристик прочности грунтов при плоской деформации достаточно воспользоваться работами [5, 7], в которых утверждается, что при плоской деформации угол внутреннего трения и сцепление в соответствии с критерием Треска-Хилла

$$\tau = c_T^* + tg\varphi_T^* \sigma_T \quad (11)$$

должны приниматься равными углу внутреннего трения и сцеплению по критерию Мора-Кулона из стандартных стабилметрических опытов, т.е.

$$\varphi_{Tnn}^* = \varphi_M^*, \quad c_{Tnl}^* = c_M^*. \quad (12)$$

Таким образом, установлено, что характеристики нелинейной деформируемости и прочности грунтов при плоской деформации могут быть получены по данным стандартных (по траектории «раздавливания») трехосных испытаний.

## 2. Трехосные испытания и характеристики грунта

Стандартные трехосные испытания грунтов проводятся по траектории «раздавливания» в приборах трехосного сжатия С-62 конструкции М.И.Азберген.

Методики испытаний, обработки и аналитического описания их результатов основаны на многолетнем опыте работы лаборатории геотехнологий Таразского государственного университета имени М.Х.Дулати (Казахстан) и лаборатории строительных свойств грунтовых материалов Научно-исследовательского сектора института «Гидропроект» имени С.Я. Жука (Россия). Первичная обработка результатов трехосных испытаний выполняется на персональном компьютере по разработанной автором для этих целей вычислительной программе «PORTI», реализованной на языках «DELPHI» и «BASIC». По результатам расчета строится «Паспорт трехосных испытаний грунта», в котором отражаются три основные зависимости:  $\sigma_i^*(\sigma)$ ,  $\varepsilon_i(\sigma_i)$  и  $\varepsilon_v(\sigma)$ . Здесь  $\sigma_i^*$  - предельная интенсивность касательных напряжений;  $\sigma$  - среднее нормальное напряжение;  $\varepsilon_i$  - интенсивность деформаций сдвига;  $\varepsilon_v$  - объемные деформации.

Зависимость  $\sigma_i^*(\sigma)$  позволяет определить сцепление  $c_{окт}^*$  и угол внутреннего трения грунта  $\varphi_{окт}^*$ , необходимые для описания предельного значения интенсивности касательных напряжений, т.е. прочности грунта:

$$\sigma_i^* = c_{окт}^* + tg\varphi_{окт}^* \sigma, \quad (13)$$

где  $c_{окт}^*$  и  $tg\varphi_{окт}^*$  - экспериментальные параметры грунта.

Основные характеристики деформируемости при трехосном сжатии - модуль объемных деформаций  $K$  и модуль деформаций сдвига  $G$ , определяются как [1, 2, 4]:

$$K = a + b \cdot \sigma; \quad G = \frac{\sigma_i^* - B\sigma}{A}. \quad (14)$$

где  $a, b, A, B$  - экспериментальные параметры грунта.

Нахождение модулей  $K$  и  $G$  позволяет вычислить значения модуля деформаций  $E$  и коэффициента поперечных деформаций  $\nu$  при трехосном сжатии:

$$E = \frac{9KG}{3K+G}; \quad \nu = \frac{3K-2G}{2(3K+G)}. \quad (15)$$

Более подробное описание методики испытаний и определения характеристик грунта при трехосном сжатии можно найти в работах [1, 4, 5].

### 3. Определение характеристик грунта при плоской деформации

Наличие результатов испытаний грунта при трехосном сжатии позволяет аналитическим путем, как было показано выше, оценить характеристики нелинейной деформируемости грунтов при плоской деформации. Для условий плоской деформации модуль общих деформаций и коэффициент поперечных деформаций грунта могут быть вычислены с использованием выражений

$$E_{nl} = \frac{4G(3K+G)}{3K+4G}, \quad (16)$$

$$\nu_{nl} = \frac{3K-2G}{3K+4G}, \quad (17)$$

а основные характеристики нелинейной деформируемости грунтов (модуль деформаций сдвига и модуль объемных деформаций) – согласно выражений (10).

Характеристики прочности грунтов при плоской деформации  $\varphi_{Tnl}^* = \varphi_M^*$  и  $c_{Tnl}^* = c_M^*$  находятся с использованием соотношений [1, 5]:

$$tg\varphi_M^* = \frac{3 \cdot tg\varphi_{окт}^*}{2\sqrt{3+\sqrt{3}} \cdot tg\varphi_{окт}^* - 2 \cdot tg^2\varphi_{окт}^*}, \quad (18)$$

$$c_M^* = \frac{3 \cdot c_{окт}^*}{2\sqrt{3+\sqrt{3}} \cdot tg\varphi_{окт}^* - 2 \cdot tg^2\varphi_{окт}^*}. \quad (19)$$

### 4. Выводы

Проведенные исследования позволили разработать методику определения деформационных и прочностных характеристик грунта при плоской деформации по результатам стандартных трехосных испытаний. Данная методика значительно упрощает получение характеристик грунта для расчета сооружений, работающих в условиях плоской деформации.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азберген, М.И. Нелинейная деформируемость грунтов и учет повторности нагружения. – Алматы : Гылым, 1997. – 92 с.
2. Азберген, М.И. О связях между характеристиками деформируемости в нелинейной механике грунтов. – Тараз : Труды ТарГУ, 1999. – с. 370-373.
3. Гольдштейн, М.Н. Механические свойства грунтов. – М : Стройиздат, 1979. – 304 с.
4. Зарецкий, Ю.К., Ломбардо, В.Н. Статика и динамика грунтовых плотин. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 256 с.
5. Зарецкий, Ю.К. Лекции по современной механике грунтов. – Издательство Ростовского университета, 1989. – 608 с.
6. Azbergen, M.I., Macelbekov, D.M., Ykibaev, E. Deformation of feature of soil undeveloped flat deformation. Proceedings of the international conference on coastal Geotechnical engineering in practice. – Atyrau, 2002.
7. Marsal, R.I. Mechanical Properties of Rockfill, Embankment. – Dam Engineering, Casagrande volume, 1973. – p. 109-200.

Материал поступил в редакцию 27.03.14.

### PLANE DEFORMATION OF SOIL AND ITS EXPERIMENTAL AND THEORETICAL BASES

M.I. Azbergen<sup>1</sup>, N.O. Inkarbekov<sup>2</sup>, Zh.K. Shokimova<sup>3</sup>  
<sup>1,2</sup> Candidate of Technical Sciences, Professor; <sup>3</sup> Senior Teacher  
 Taraz State University named after M.Kh.Dulaty, Kazakhstan

**Abstract.** One of difficult challenges of mechanics of soil – is the plane deformation is considered, theories and technique of analytical definition of soil conditions at plane deformation by results of standard triaxial tests are given.

**Keywords:** deformation, plane deformation, triaxial tests, tension, soil conditions.

УДК 65.012.1517

## ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ

**О.В. Байюк**, кандидат технических наук, заведующий кафедрой  
Рудненский индустриальный институт, Казахстан

***Аннотация.** Проведен анализ программно-технических средств, применяемых в дистанционных обучающих системах, определены достоинства имеющихся технологий и представлены требования к современному программному обеспечению, которое используется для создания учебных материалов и/или курса дистанционного обучения.*

***Ключевые слова:** программно-технические средства, автоматизация, дистанционные обучающие системы.*

Ведущие фирмы в области информационных и сетевых технологий (Microsoft Corp., Borland, Hewlett Packard, National Instruments, Intel и др.) производят инструментальные системы, включающие все необходимое программное обеспечение для разработки и поддержки дистанционных систем обучения. Сюда входят программы для создания гипертекстовых, мультимедийных систем, средства для создания пользовательских интерфейсов, программное обеспечение математической обработки результатов исследования и пр.

Однако спектр задач, возникающих при автоматизации создания дистанционных учебных курсов, значительно шире только подачи учебного материала обучаемому. Так, методическое обеспечение инструментального комплекса должно содержать полную совокупность средств, необходимых и достаточных для его использования в решении задач автоматизации проектирования учебных курсов:

- информационно-справочные данные для изучения теоретических основ исследуемых процессов, базирующиеся на применении различных форм представления учебной информации, включая приемы гипертекстового и полиэкранного структурирования, анимационного изображения изучаемых объектов и процессов для активизации формирования знаний и навыков обучающихся;
- программы имитационного компьютерного моделирования динамических процессов в сложных технических системах и их компонентах;
- средства подготовки и проведения натурных исследований сложных технических систем и их компонентов в режиме удаленного доступа;
- средства обработки и анализа экспериментальных данных для практической проверки адекватности применяемых математических моделей.

Необходимой составляющей частью этой подсистемы является подборка нескольких десятков контрольных вопросов и задач по каждому тематическому разделу изучаемого курса.

Банк заданий на проведение учебных исследований должен быть разработан таким образом, чтобы индивидуализировать выдаваемые задания и всесторонне охватить выполняемыми исследованиями основные проблемы, характеризующие конкретное тематическое направление. Оперативность получения необходимых экспериментальных данных позволяет формировать учебные задания поискового характера.

В соответствии с изложенными положениями средства программного обеспечения должны включать в свой состав ряд компонентов, выполняющих различные функции:

- ПО объектного уровня должно содержать набор программ-драйверов управления стандартными и специально разработанными средствами обмена информацией между компонентами, например, автоматизированного стенда.
- ПО компьютера-сервера предназначено для реализации дистанционного обмена информацией между аппаратными средствами автоматизированных лабораторных стендов и рабочими местами пользователей и должно выбираться таким образом, чтобы обеспечить работу технических средств телекоммуникации и, в частности, поддерживать протокол сетевого обмена TCP/IP.
- ПО рабочих мест пользователей выполняет несколько функций, для реализации которых целесообразно применять соответствующие инструментальные программные средства.

Основная часть ПО рабочего места пользователя может быть создана, например, с применением инструментальной системы прикладных программ LabWindows/CVI фирмы National Instruments (США). Данная система содержит встроенные средства связи с объектами исследования в реальном масштабе времени, а также средства разработки удобных пользовательских интерфейсов. Эти возможности обеспечиваются применением развитой библиотеки примитивов и достаточно полной, легко подключаемой библиотеки математической обработки результатов экспериментальных исследований, включающей программные модули полиномиальной и сплайн интерполяции, цифровой фильтрации, спектрального и корреляционного анализа и т.д.

Значительные потенциальные возможности имеют также современные объектно-ориентированные системы программирования, такие как Microsoft Visual C++ и Borland C++ в совокупности с библиотеками объектов.

Очевидно, что осуществить выполнение требований, предъявляемых к программному обеспечению всех уровней, с помощью какой-либо единой системы разработки невозможно. Необходимо применение различных средств разработки программного обеспечения по принципу соответствия их возможностей задачам разработки различных подсистем программного обеспечения исследовательского оборудования нового поколения.

подавляющее большинство современных средств разработки программного обеспечения можно условно разделить на следующие группы:

- средства низкоуровневого программирования, основанные на языках программирования "Ассемблер" и "Си";
- средства визуального программирования, основанные на стандартах языков программирования высокого уровня, например, Си или Паскаль National Instruments LabWindows/CVI и т.п.;
- средства объектно-ориентированного программирования (ООП) – Microsoft Visual Basic, Microsoft Visual C++, Borland C++, Watcom C++ и др.;
- средства визуального программирования, основанные на ООП – Borland Delphi (язык Object Pascal), Borland C++ Builder (язык C++), Microsoft Visual Basic 6.0, Microsoft Visual C++;
- средства графического программирования – National Instruments Lab-View, LookOut и Bridge View.

Разделение средств, в основе своей использующих ООП, на две группы довольно условно – все они, в принципе, являются визуальными средствами программирования. Однако Delphi и C++ Builder обладают большим набором средств для создания развитого интерфейса пользователя, стыковки с базами данных и т.п., практически не требующих неавтоматизированного программирования.

#### *Средства программирования низкого уровня*

Средства программирования низкого уровня ("Ассемблер", Си и Паскаль) являются основным инструментом создания оптимальных по времени исполнения и надежности программ для микропроцессорных устройств, применяемых в измерительно-управляющей подсистеме исследовательского оборудования.

Использование языка программирования Си существенно облегчает включение в программное обеспечение математических действий над числами с плавающей точкой, дополнительных математических операций, вплоть до некоторых функций анализа данных. Однако при этом становится неопределенным время исполнения программы, которое определяется качеством работы кросс-транслятора, тогда как время исполнения программы, написанной на ассемблере, легко определяется.

Поэтому желательно комбинированное использование этих двух языков, программирования при разработке ПО микропроцессорных устройств: Си для общей программы, со сложными алгоритмами и вычислениями, Ассемблер – для частей программы, время исполнения которых должно быть строго определено.

#### *Программная среда LabWindows/CVI*

Программная среда LabWindows/CVI американской фирмы National Instruments представляет собой систему визуального программирования, основанную на языке программирования ANSI C, то есть на стандартном языке Си, без расширений ООП и C++.

LabWindows/CVI отличается присущими всем визуальным средствам программирования простотой и быстротой создания программ с развитым интерфейсом пользователя, а также большой библиотекой математических инструментов обработки цифровых данных. При этом поддерживается практически весь спектр оборудования, выпускаемого фирмой National Instruments и рядом других фирм, для цифровых измерений – встраиваемых измерительных карт, измерительных и управляющих модулей SCXI, VXI и PXI, промышленных микроконтроллеров.

Кроме того, в составе LabWindows/CVI есть инструментальные средства для работы с сетевым протоколом TCP/IP и для использования функций API (Application Programming Interface) – основы операционных систем класса Windows.

Отличительной особенностью LabWindows/CVI и созданного им программного обеспечения является их работа на основе так называемого Runtime-engine, который является прослойкой между программой и операционной системой и осуществляет управление ее исполнением, координацию обмена данными и системными сообщениями программы с операционной системой. Это существенно увеличивает необходимые для нормального функционирования программы ресурсы компьютера и замедляет ее работу. Такой способ организации работы прикладных программ существенно ограничивает применение LabWindows/CVI при разработке программного обеспечения исследовательского оборудования нового поколения из-за возможного повышения системных требований к необходимому для нормальной работы программы компьютерному оборудованию.

Кроме того, отсутствие механизмов ООП (объектно-ориентированного программирования) значительно ограничивает функциональные возможности программ, созданных на LabWindows/CVI, или существенно увеличивает время, необходимое на их разработку.

Поэтому использование LabWindows/CVI для создания программного обеспечения исследовательского оборудования возможно для решения несложных задач, не требующих высокой скорости исполнения или серьезного математического аппарата.

#### *Средства объектно-ориентированного программирования*

Средства объектно-ориентированного программирования (ООП), такие как Microsoft Visual C++, Borland C++, Watcom C++ – являются основными средствами программирования в операционных средах семейства Microsoft Windows и применяются при создании программного обеспечения, к которому предъявляются требования высокой надежности и скорости работы при минимальных требуемых вычислительных ресурсах. Это в большей мере виртуальные драйверы устройств для самой операционной системы, служебные программы, программы для работы с сетью, мощные программные комплексы, например, Microsoft Word. Каждая из перечисленных сред разработки программного обеспечения обладает своими достоинствами и недостатками, но, в общем, все они практически идентичны в функциональном плане. Различия сводятся к оптимальности готового кода программ, скорости его работы, но они незначительны.

Однако все перечисленные средства ООП обладают существенным недостатком – они слабо приспособлены для разработки программного обеспечения с развитым интерфейсом пользователя. В них имеется некоторый набор стандартных элементов, таких как кнопки, текстовые поля, таблицы и т.п., но этот набор незначителен и пригоден для создания интерфейса, присущего системному программному обеспечению. В описываемых средствах, конечно, можно создать программу с любым по своей сложности интерфейсом пользователя, насыщенным графикой и удобными элементами, но на создание такой программы уйдет значительно больше времени.

Таким образом, средства объектно-ориентированного программирования при разработке программного обеспечения исследовательского оборудования целесообразно использовать при создании наиболее важных частей программного обеспечения – серверов, модулей для работы в сети и т.п., не требующих развитого интерфейса пользователя.

#### *Средства визуального программирования, основанные на ООП*

Средства визуального программирования, основанные на ООП, - Borland Delphi, Borland C++ Builder – функционально ничем не уступают средствам, описанным выше. Но создание программ с помощью этих систем программирования занимает значительно меньше времени, чем, например, в Microsoft Visual C++. Это достигается благодаря наличию большого числа компонентов, начиная с простейших кнопок, и заканчивая компонентами для работы с сетью или каким-либо оборудованием. Однако механизм разработки программного обеспечения на основе компонентов влечет за собой не оптимальность исполняемой программы, вследствие чего она работает медленнее и требует больше ресурсов», чем такая же программа, написанная, например, на Microsoft Visual C++ или Borland C++.

К преимуществам Delphi и C++ Builder следует также отнести простоту работы с базами данных благодаря наличию специальных компонентов[27].

Богатые возможности Delphi и C++ Builder легко развиваются подключением других библиотек компонентов. В настоящее время существует множество различных библиотек для этих сред программирования, начиная от библиотек визуальных компонентов до мощных библиотек математического анализа. Особенный интерес при разработке программного обеспечения исследовательского оборудования представляет библиотека Component Works, разработанная американской фирмой National Instruments. Эта библиотека функционально повторяет библиотеку инструментов других продуктов этой компании – LabWindows/CVI и LabView, существенно расширяя спектр возможностей программ, созданных на Delphi или на C++ Builder.

Таким образом, средства визуального программирования, основанные на ООП – Borland Delphi и C++ Builder, благодаря скорости разработки программ и функциональным возможностям наиболее привлекательны для использования при разработке программного обеспечения исследовательского оборудования нового поколения практически в любой его части, а особенно в части программного обеспечения высшего уровня.

Данные средства могут успешно применяться при автоматизации проектирования учебных курсов для дистанционного обучения. Использование этих средств возможно и при разработке ответственных частей программного обеспечения, таких как программное обеспечение серверов, модули работы с сетью или модули управления оборудованием благодаря как возможности использования функций API в составе программы, так и возможностью написания программы с применением только функций API.

#### *Средства графического программирования*

Средства графического программирования занимают особое место в ряду средств разработки программного обеспечения. Для разработки программы с помощью средств графического программирования кроме некоторых навыков, как правило, не надо знать языков программирования, владеть методикой программирования в среде Windows и т. д. Все программирование производится на уровне структуры и алгоритма программы.

Изначально средства графического программирования были предназначены для упрощения доступа инженеров и научных работников, не знакомых с программированием, к разработке систем автоматизации. В основном, имелось в виду программное обеспечение для управления измерительным оборудованием и обработки результатов измерений. Но постепенно развитие графических средств программирования позволило существенно расширить сферу их применения вплоть до разработки программ мониторинга и управления производством или технологическими процессами. Особого прогресса в данной области добилась фирма National Instruments. Ее продукты LabView, LookOut и Bridge View следует рассмотреть отдельно.

LookOut представляет собой систему мониторинга и управления технологическими процессами: работа в реальном времени, поддержка большого количества стандартных измерительных и управляющих устройств, несколько уровней секретности и объявления нештатных ситуаций. Программная система в LookOut строится по принципу логической схемы, что оптимально для технологического процесса и абсолютно не приемлемо для более сложных задач (например, научных исследований), так как не позволяет строить сложные алгоритмы управления различными устройствами, осуществлять серьезную математическую обработку данных и многое другое. Поэтому для разработки программного обеспечения исследовательского оборудования LookOut непригоден.

LabView функционально ничем не уступает другим продуктам National Instruments (LabWindows/CVI или Component Works). LabView содержит подобные инструменты для создания интерфейса пользователя, работы с измерительным и управляющим оборудованием, математической обработки данных, работы в сети и т. д. К LabView также можно подключать программные модули, созданные в других средах программирования, например, C++ или LabWindows/CVL. Программирование в LabView ведется на уровне диаграмм. Диаграммы в LabView – это схемы алгоритмов. Основные элементы "алгоритмического языка" LabView практически повторяют основные конструкции языка программирования Си.

При наличии определенных навыков создание достаточно сложной программы на LabView занимает у разработчика времени примерно на два порядка меньше, чем разработка такой же программы, например, на C++. Однако, основу LabView составляет runtime-engine, подобный аналогу средству в LabWindows/CVI. Но в LabView оно выполняет значительно больше задач, благодаря чему LabView является практически самой быстрой и самой надежной системой в своем классе.

Однако LabView при всей своей привлекательности предназначена для создания небольших измерительно-управляющих систем, работающих в реальном времени, и не предназначена для разработки мощных, развитых программных комплексов, а тем более системного программного обеспечения, так как для этого LabView слишком громоздкая и медленная система. При создании подобных систем LabView будет проигрывать программам, созданным на C++, как по скорости работы, так и по необходимым компьютерным ресурсам. Поэтому LabView не подходит для создания программного обеспечения исследовательского оборудования.

Bridge View представляет собой построенную на основе LabView систему управления предприятиями и технологическими процессами с элементами разграничения доступа и системы предупреждений, заимствованных из LookOut, и ее использование при создании программного обеспечения для исследовательского оборудования также нецелесообразно.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баймухамбетов, М.Ф., Баюк, О.В. К вопросу о технологии создания компьютерных обучающих систем на базе учебных структур знаний // Вестник науки КГУ им. А. Байтурсынова. – 2002. – № 5. – С. 31-34
2. Туребаева, Р.Д., Баюк, О.В. Оптимизация блочно-модульной структуры информационного базиса адаптивно-обучающих систем // Вестник науки Костанайского социально-технического университета имени академика З. Алдамжар». – 2008. № 1. – С. 178-184
3. Баюк, О.В. Принципы дистанционной технологии обучения // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Актуальные проблемы развития отечественного образования и науки», – Костанай: КСТУ им. академика З. Алдамжар, 2009. – С. 33-40
4. Баюк, О.В. Обобщенная модель дистанционного обучения // Материалы международной научно-практической конференции «Алдамжаровские чтения – 2009». – Костанай, 2009. – Т 2. – С. 33-39
5. Баймухамбетов, М.Ф., Баюк, О.В. Разработка модели процесса обучения // Вестник науки Костанайского социально-технического университета имени академика З. Алдамжаря. – 2009. – № 4. – С. 20 -24.
6. Баюк, О.В. Программно-алгоритмическая поддержка формирования информационного базиса информационной обучающей системы // Вестник науки Костанайского социально-технического университета имени академика З. Алдамжар. – 2009. – № 4. – С. 40-49

*Материал поступил в редакцию 13.03.14.*

### INSTRUMENT PROGRAMING TOOLS OF DESIGN AUTOMATION OF DISTANCE LEARNING SYSTEMS

**O.V. Bayuk**, Candidate of Technical Sciences, Head of the Department  
Rudny Industrial Institute, Kazakhstan

**Abstract.** *The analysis of programming tools applied in distance learning systems is carried out, the advantages of available technologies are determined and requirements to the modern software, used for creation learning materials and/or a distance learning course are given.*

**Keywords:** *programming tools, automation, distance learning systems.*

УДК 669.755.018.2

## ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИТОВ ТИПА УГЛЕГРАФИТ – СПЛАВ АЛЮМИНИЯ

В.А. Гулевский<sup>1</sup>, П.С. Головинов<sup>2</sup>, Е.Е. Черничкин<sup>3</sup>, Н.А. Кидалов<sup>4</sup>, В.И. Антипов<sup>5</sup>,  
А.Г. Колмаков<sup>6</sup>, Л.В. Виноградов<sup>7</sup>

<sup>1, 5, 7</sup> кандидат технических наук, <sup>2, 3</sup> студент, <sup>4, 6</sup> доктор технических наук

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Волгоградский Государственный Технический Университет,

<sup>5, 6, 7</sup> Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН (Москва), Россия

**Аннотация.** В статье приводится методика получения композита типа углеграфит – сплав алюминия пропиткой углеграфитового каркаса алюминиевым сплавом, а также результаты испытаний и оценки свойств полученных композиционных материалов.

**Ключевые слова:** пропитка, алюминий, углеграфит, композит.

**Введение**

Одним из чрезвычайно перспективных направлений в области создания высокоэффективных композитов функционального назначения является разработка композиционных материалов (КМ) на основе пористого углеграфитового каркаса, пропитанного сплавами металлов, обладающих повышенной химической стойкостью и хорошими антифрикционными свойствами. В таких КМ благоприятно сочетаются свойства каркаса, из углеграфита (повышенные антифрикционные характеристики, устойчивость при высоких температурах, химическая стойкость и т.д.) со свойствами металла (высокая прочность, хорошая электро- и теплопроводность) [1]. В то время как, углеграфитовый каркас обеспечивает повышенные антифрикционные свойства, матричный сплав заметно улучшает физические и механические характеристики материала. Среди прочих матричных сплавов весьма привлекательными с точки зрения технических и технологических возможностей являются алюминиевые сплавы.

Согласно экспертным оценкам композиционные материалы системы «пористый углеграфит – сплавы алюминия» весьма перспективны при использовании их в качестве вкладышей радиальных и упорных подшипников, направляющих втулок, пластин, поршневых колец, щеток токосъемных элементов, элементов торцевых уплотнений в изделиях машиностроения, приборостроения, а также в технологическом оборудовании для химической и нефтеперерабатывающей промышленности [2]

Ведущие производители композиционных материалов "Рингсдорф" (Германия), "Шунк" (Германия), "Морган" (Великобритания) "Ле Карбон" (Франция), не включают в номенклатуру своей продукции материалы, пропитанные сплавами на основе алюминия, что подтверждается таблицами и проспектами фирм. Однако, перспектива использования указанных композитов очевидна.

Целью данной работы является создание композиционных материалов, расширение функциональных возможностей метода получения композитов за счет увеличения номенклатуры сплавов, используемых в качестве матричных.

Данное исследование посвящено пропитке углеграфитовых каркасов расплавом на основе алюминия. Емкость для пропитки была выполнена в виде толстостенного стакана из стали 30Х, для пропитки устанавливали пористую заготовку из углеграфита, накрывали его противосплавным приспособлением и нагревали емкость до 600<sup>0</sup>С. Одновременно в тигле расплавляли матричный сплав на основе алюминия, нагревая его до температуры 950<sup>0</sup>С. Затем расплав матричного сплава алюминия заливали в камеру для пропитки, закрывали крышкой и вакуумировали до давления разряжения 0,01 МПа с одновременным воздействием вибрацией (на вибростол) с выдержкой 15-20 мин при 800<sup>0</sup>С. Затем доливали расплав матричного сплава с температурой 950<sup>0</sup>С до верхнего края стояка с появлением на этом обресе выпуклого мениска матричного расплава на основе алюминия, герметично притирали предварительно нагретую до 950<sup>0</sup>С пробку. Заполнение камеры с алюминиевым расплавом позволяет создавать оптимальное давление для пропитки за счёт разницы коэффициентов термического расширения камеры для создания давления и расплава алюминия.

По предложенному способу был получен КМ углеграфит АГ-1500 – сплав алюминия. Образец углеграфита был выполнен в виде куба со стороной 30 мм, имеющего открытую пористость 15%. Объем углеграфитового каркаса составлял 900 мм<sup>3</sup>, объем пор в каркасе составлял 135 мм<sup>3</sup>.

Таким образом, пропитка имеет две стадии на первой происходит частичное заполнение открытых пор пористой заготовки из углеграфита, за счёт давления разряжения и вибрации сплав алюминия заходит в поры углеграфитового каркаса, во второй стадии пропитки за счет положительной разницы коэффициентов термического расширения расплава матричного сплава алюминия по отношению к материалу устройства.

Преимущество пропитки сплавами на основе алюминия: наилучшая возможность повысить прочность, твердость, улучшить износостойкость материала. Алюминий обладает высокой коррозионной стойкостью во многих агрессивных средах, хорошими антифрикционными свойствами. (рис.1.).

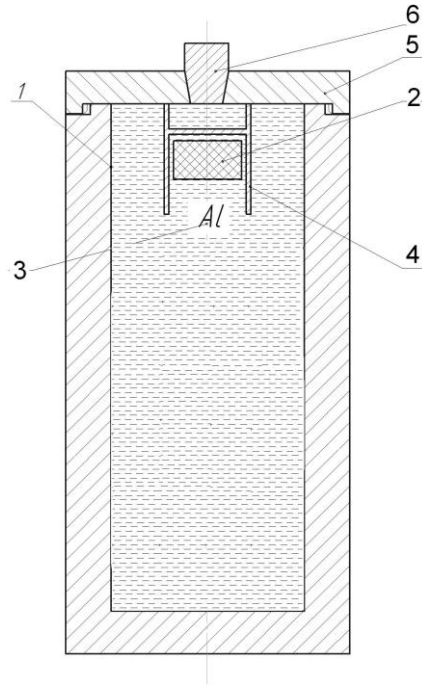


Рисунок 1. Ёмкость для изготовления композиционного материала с пробкой для герметизации ёмкости:  
 1 – камера для пропитки, 2 – углеграфитовая заготовка, 3 – сплав алюминия, 4 – противоспывное приспособление,  
 5 – крышка, 6 – пробка

Таблица 1

Коэффициент теплового расширения металлов ( $\alpha \cdot 10^{-6} \text{ C}^{-1}$ ) [3,7]

Металлы	Температура, $\text{C}^0$											
	5	10	30	50	100	200	300	400	500	600	800	1000
<b>Cu</b> [3]	0,009	0,03	1,04	3,80	10,5	15,2	16,7	17,3	17,9	18,6	20,1	21,8
<b>Mo</b> [3]	-	0,02	0,17	0,74	2,68	4,57	5,27	5,45	5,63	5,82	6,2	6,58
<b>Al</b> [3]	0,11	0,5	1,04	3,62	12,3	20,2	23,3	24,5	26,2	28,1	32,6	-
<b>Fe</b> [3]	0,017	0,04	0,22	1	5,09	9,96	12	13,2	14,4	15,5	16,5	-
<b>Pb</b> [3]	0,20	3,02	17	21,8	25,4	27,3	28,5	29,6	31,7	-	-	-
<b>Сталь 30X</b> [6]	-	-	-	-	12,4	13	13,4	13,8	14,2	14,6	12	13,8

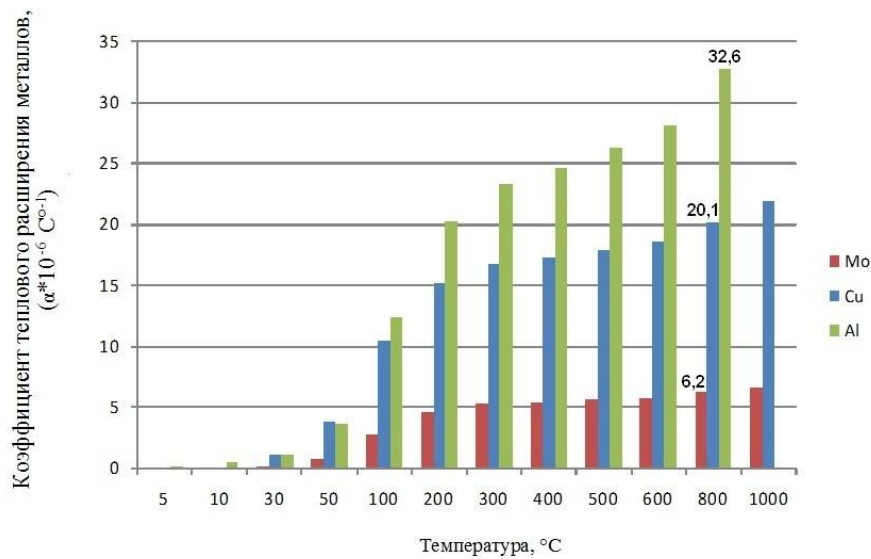


Рисунок 1. Зависимость коэффициента теплового расширения от температуры



Полученный КМ испытывался на прочность при сжатии, степень заполнения открытых пор, структура КМ оценивалась по результатам металлографических исследований.

Таблица 2

## Результаты исследований

Измеряемый параметр	"АГ – 1500", Россия [4,5,7]			SIGRI [4,5,7]	
	графит	графит + Al*	графит + Al+Pb**	графит	графит + Al
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1,78·10 <sup>3</sup>	2,15·10 <sup>3</sup>	2,35·10 <sup>3</sup>	2,10·10 <sup>3</sup>	2,68·10 <sup>3</sup>
Прочность, МПа при сжатии при изгибе	80-100	150	150	30-90	115
	35-37	60-70	50-60	8-10	-
Твердость, НВ	104	200	200	110	220
Общая пористость, %	20	6	3-5	9-12	3-5
Эф-ный радиус пор	0,84	-	-	1,73	-

\* – 40% заполнения пор; \*\* – 70% заполнения пор

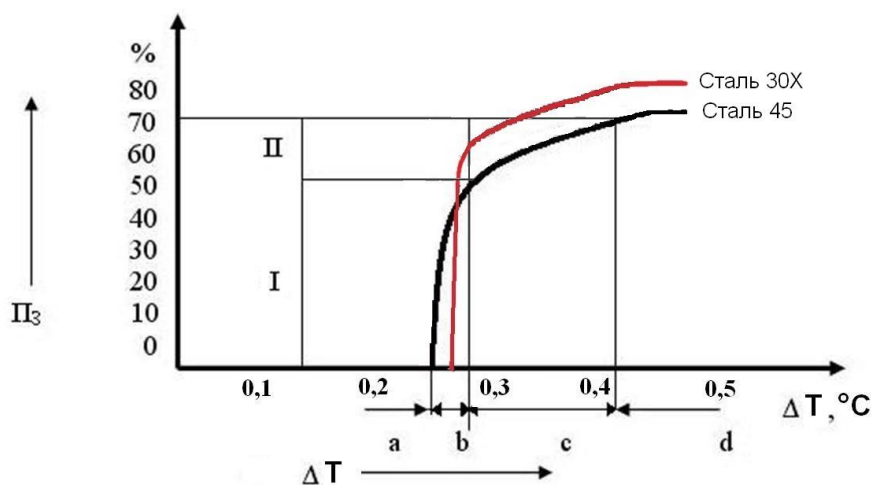


Рисунок 2. Зависимость степени заполнения пор углеродистого сплава от величины его перегрева

На участке а) заложен интервал температур, при котором перегрев сплава соответствует давлению, не превышающему противодавление в порах углеродистого каркаса, поэтому пропитки нет. На участке b-I происходит эффективное заполнение пор углеродистого сплава пропитывающим сплавом, вследствие создания необходимых условий для пропитки, т.е. соответствует давлению, превышающему  $\Delta P_{\text{к}}$  - капиллярное давление. Однако разница величин давлений позволяет заполнить поры крупнее 30 мкм, поры в диапазоне 30-60 мкм составляют в общем объеме открытой пористости около 48%, этим и можно объяснить резкое увеличение степени заполнения (Пз) углеродистого сплава на участке b-I, хотя величины давления все же недостаточно. Для комплектного заполнения углеродистого сплава увеличивали давление. В результате, на участке c-II осуществляется заполнение типоразмеров пор 0-30 мкм, 60-150 мкм, которые составляют в общем объеме открытой пористости 15-20% и 25-30% соответственно, что приводит к 60-80% оптимальному заполнению открытой пористости скелетных КМ с требуемыми физико-механическими свойствами, и не уступает по этому показателю основным зарубежным аналогам. На участке d отмечено заметное снижение интенсивности заполнения от соответствующего увеличения давления пропитки, которое зависит, кроме того, от типоразмеров оставшихся незаполненных пор, их распределения, разветвленности, шероховатости поверхности и т.п.

Использование в качестве матричного расплава – сплава алюминия, а в качестве пористого тела углеродистый или керамику позволяет получать композиционные материалы, широко применяемые в машиностроении для изготовления токоъемников, вставок пантографов, электрических щеток, уплотнителей, вкладышей подшипников скольжения, область использования которых очень разнообразна и включает не только выше перечисленные изделия, но и детали аэрокосмического назначения.

Кроме того, применение метода безгазостатной пропитки позволяет значительно снизить себестоимость композиционных материалов за счет использования оборудования из обычных конструкционных материалов. По причине невысокой стоимости оснастки, можно изготовить большое количество емкостей для пропитки с целью организации серийного или массового производства композитов.

Было замечено, что теоретический выбор поверхностно-активных легирующих элементов позволяет создать пропитывающие сплавы с необходимой прочностью сцепления в межфазном слое, без нанесения барьер-

ерных покрытий на внутренние поверхности пор углеграфитового каркаса. При этом сплавы обладают более высокой проникающей способностью, например, жидкотекучесть силуминов высокая и обеспечивает удовлетворительную степень пропитки при невысоком давлении.

#### Выводы

Пропитка алюминием повышает прочность материалов в 1,6 раза, подобного рода исследования не показывают в ведущих фирмах мира, таких как "Рингсдорф" (Германия), "Шунк" (Германия), "Морган" (Великобритания) "Ле Карбон" (Франция), выпускающих подобные материалы. В целом, пропитанные углеграфитовые материалы с высокой жидкотекучестью, коррозионной стойкостью являются перспективными материалами для использования в качестве деталей, работающих в агрессивных средах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костиков, В.И., Варенков, А.Н. Взаимодействие металлических расплавов с углеродными материалами. – М. : Металлургия, 1981. – 184 с.
2. Матричный сплав для пропитки углеграфитового каркаса / В.А. Гулевский [и др.] // Проблемы материаловедения, сварки и прочности в машиностроении. – 2009. – № 11 (59). – С. 81-84.
3. Новикова, С.И. Тепловое расширение твердых тел / С.И. Новикова. – Москва : Наука, 1974. – 289 с.
4. Применение давления для получения литых композиционных материалов методом пропитки / В.А. Гулевский [и др.] // Заготовительные производства в машиностроении. – 2010. – № 6. – С. 3-8.
5. Гулевский, В.А., Мухин, Ю.А., Загребин, А.Н., Пожарский, А.В. Влияние легирующих элементов на смачивание углеграфита медными сплавами // Заготовительные производства в машиностроении. – 2009. – № 6. – С. 45-48.
6. Зубченко, А.С., Колосков, М.М., Каширский, Ю.В. и др. Марочник сталей и сплавов. – Машиностроение, 2003. – С. 585-784.
7. П. м. 135555 РФ, МПК В22F3/26, С22С47/12. Устройство для изготовления композиционного материала / В.А. Гулевский, С.Э. Власов, Н.А. Кидалов, В.И. Антипов, А.Г. Колмаков, Л.В. Виноградов, ВолгГТУ, 2013.

Материал поступил в редакцию 28.03.14.

#### FORMING COMPOSITE TYPE CARBON GRAPHITE – ALUMINIUM ALLOY

V.A. Gulevsky<sup>1</sup>, P.S. Golovinov<sup>2</sup>, E.E. Chernichkin<sup>3</sup>, N.A. Kidalov<sup>4</sup>, V.I. Antipov<sup>5</sup>,  
A.G. Kolmakov<sup>6</sup>, L.V. Vinogradov<sup>7</sup>

<sup>1, 5, 7</sup> Candidate of Technical Sciences, <sup>2, 3</sup> Student, <sup>4, 6</sup> Doctor of Engineering

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Volgograd State Technical University,

<sup>5, 6, 7</sup> Institute of Metallurgy and Material Science named after A.A. Baykov, RAS (Moscow), Russia

**Abstract.** The article provides a method of forming a composite type carbon graphite – aluminum alloy impregnation of the carbon frame aluminum alloy, also results of tests and an assessment of properties of the received composite materials.

**Keywords:** impregnation, aluminum, carbon-graphite, composite.

UDC 004.738

**THE CREATION OF THE CORPORATE INFORMATION SYSTEM OF EDUCATION****S.S. Zhuzbayev<sup>1</sup>, G.M. Baenova<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Candidate of Physical and Mathematical Sciences, <sup>2</sup> Senior Teacher  
Eurasian National University named after L.N. Gumilyov (Astana), Kazakhstan

**Abstract.** *The questions of development of corporate information systems and their development towards expansion of analytical opportunities are investigated in the article. The analysis of existing systems showed that the most effective is the system founded on OLAP-technologies. The purpose of work is research of a problem of creation of corporate information system of personnel potential of an education system of RK. Novelty consists in association of separate databases of universities in uniform information storage. Prerequisites are considered and the principles of creation of information education system are formulated.*

**Keywords:** *information systems, portal, education, analysis systems, warehouse.*

**Introduction**

Now the whole world moves in the direction of introduction of smart technologies: smart house, smart city, etc. In view of domination of information technologies around the world over all other branches there are a lot of publications and works it is devoted to methods and approaches to use of the automated information technologies in management of the enterprises, the organizations, and also various local and global systems [1-4].

Creation of information system can't be considered as a set of technologies and the tools, providing a certain control and a system configuration. Creation of system demands for itself modification of structure of the organization, a redesign of some business processes and inclusion of a stage of predesign inspection for development of the concept of future system.

Thanks to wide use and application of new technologies, along with classical education there was also an open education. The main principles of open education are marketing approach to drawing up educational programs, system-icity and integrity of the maintenance of courses, independence being trained, selectivity of disciplines.

These approaches began to be solved by means of association of educational resources in uniform portals. One of such resources are open educational resources (OER) [6]. OER is the consortium uniting various universities from all over the world. So, for example, Coursera which provides a platform to universities for loading of their educational courses, grew from four partner universities to 33 in five months 2012.

Other consortium – open training systems – Open CourseWare includes nearly 200 higher educational institutions which educational resources of China – China Open Resources for Educational with their 35 universities enter also. Khan Academy now provides over 3 400 courses which study 3,5 million students monthly. Such platform as Moodle, has over 60 million registered users. In Russia such platform is the INTUIT [7-12].

Informatization of an education system of Kazakhstan is one of components of "the electronic government" which unites in itself some subsystems. Association of higher education institutions of Kazakhstan in uniform information system will allow to increase efficiency and openness of activity of all higher education institutions, and further, to the most worked and appropriate highest technologies to courses of the Kazakhstan teachers, to participate in competition on entry into the international educational resources.

**The review of existing decisions**

In the Republic of Kazakhstan are step by step entered into realization of a control system by education. IMSE (Information Management System Education) is a database on all range of indicators of a development of education and indicators of development of modern school students. IMSE (<http://www.nci.kz>) is means of diagnostics and monitoring. This system realizes the following purposes:

- automation of work of employees of an education system on collecting and information processing;
- reduction of terms of collection of information;
- providing considerable the bigger volume of information for the analysis and pronouncement of administrative decisions, and also opportunity to carry out new types of the analysis in the situations which haven't been provided earlier;
- ensuring reliability of information;
- exchange of experience of educators for professional development.

The most large-scale and strategic project is development and deployment of the integrated information system for the centers of service of the population (<http://con.gov.kz>). This system is integrated with the call-center, has interfaces for self-service terminals and the Internet portal for simplification and acceleration of processes of service of citizens. In this system more than sixty services are automated.

The information systems have telecommunication and financial structures (<http://www.telecom.kz>).

**Tools for creation of information systems**

Now the most part of corporate information systems is under construction on the basis of ERP systems (Enterprise Resource Planning or planning of resources of the enterprise) [13].

One of the ERP functions are: electronic data exchange with other systems, modeling of some of the situation, connected with forecasting and planning, automation of modules, development of schemes of business processes.

For automation of business processes, formations of reports and control of planned terms it is possible to use the SAP Business Intelligence complex (SAP BI). The components, helping to take the necessary information from data available for the company are its part, to reveal the hidden regularities, to form analytical reports and to build predictive models.

Analytical functions can be realized by means of such systems as Customer Relationship Management System, Data Mining and OLAP.

Such methods are applied to carrying out the analysis in CRM systems as:

- clustering – combination of similar data in one group;
- association – detection of the hidden regularities;
- scoring – forecasting of data;
- tree of decisions;
- RFM (Recency, Frequency, Monetary) – allocation of groups taking into account parameters.

Assets of Data Mining allow to solve the following types of tasks:

- classification;
- forecasting;
- clustering;
- search of alternative rules.

In the conditions of increasing requirements to information systems in processing of huge data files, to search in concrete inquiries and representations of results in the structured form, even more often take root into practice of management by the enterprises and the organizations of class OLAP system [5].

The OLAP has such advantages as speed – an instant response to the majority of inquiries, ensuring access to data and possibility of simultaneous work of many users, multidimensional data presentation and information fullness of data.

#### **Prerequisites of creation of corporate information systems**

The education system of Kazakhstan includes 140 higher education institutions. All universities have websites, systems of circulation of documents and the state-of-the-art automated system of the accounting of progress of students of "Platonus". Each of these systems has own control facilities and the reporting. In this variety it is difficult to receive complete vision of system effectiveness of education.

Besides, due to the lack of sufficient material support and level of scientific and pedagogical shots, some universities owing to what there is a redistribution of all resources on other universities are annually closed. Considerable digital resources of different character are so far created. These are scientific publications, databases, information on research teams and their projects, algorithms and programs.

Therefore the existing volumes of data which are in different information systems, have to be not only are integrated, but also are compared, analysed and presented in a look convenient for decision-making.

All this is prerequisites for creation to common information space for the account, processing and the analysis of scientific and pedagogical shots of RK and optimization of data flows.

The model of developed system represents the distributed architecture consisting of the following information systems:

- uniform data warehouse with the distributed data sources and the distributed processing of basic data;
- control system of information resources of staff of an education system;
- system of presentation of information (information portal).

The corporate data warehouse is intended for support of analytical systems and systems of support of decision-making, and also systems of the administrative reporting. The corporate data warehouse includes modules of collecting, cleaning and coordination of information from regional systems.

The control system of information resources of staff is intended for the solution of operational and strategic management by an education system and turns on such modules as:

- module of the statistical reporting and archive;
- the module of the publication of the reporting on the internal Internet server with differentiation of access rights;
- the module of management, modification and access to the dynamic analytical reporting through an OLAP-applications.

Thus, the common information space will allow to connect with ease to interaction of different participants according to the solution of complex challenges.

#### REFERENCES

1. Baldin, K.V. Information systems in economy: Textbook / K.V. Baldin, V. B. Utkin. – M. : Publishing and trade corporation "Dashkov and Co", 2006. – 395 p.
2. Gvozdeva T.V. Design of information systems: studies grant / T.V. Gvozdeva, B. A. Ballod. – Rostov n/D : Phoenix, 2009. – 508 p.
3. Izbachkov, Yu.S. Information systems: The textbook for higher education institutions / Yu.S. Izbachkov, V. N. Petrov. – 2nd prod. – SPb. : St. Petersburg, 2005. – 656 p.
4. Maklakov, S.V. Modeling of business processes with AllFusion PM. – 2nd prod. corr. and add. – M. : Dialogue MIFI publishing house, 2008. – 224 p.
5. Codd, E.F. Providing OLAP for end-user analysis: An IT mandate, 1993.
6. Tuomi, I. Open educational resources and the transformation of education. European Journal of Education, – vol. 48. – № 1. – 2013. – p. 59-78.
7. <http://moodle.org/stats> (Moodle stats, 2012).
8. [www.khanacademy.org](http://www.khanacademy.org)
9. [www.udacity.com](http://www.udacity.com)
10. [www.coursera.org](http://www.coursera.org)
11. [www.edx.org](http://www.edx.org)
12. [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru)
13. [www.sap.com/ERP](http://www.sap.com/ERP)

Материал поступил в редакцию 28.03.14.

### СОЗДАНИЕ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

С.С. Жузбаев<sup>1</sup>, Г.М. Баснова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> кандидат физико-математических наук, доцент, <sup>2</sup> старший преподаватель  
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Астана), Казахстан

***Аннотация.** В статье исследуются вопросы разработки корпоративных информационных систем и их развития в сторону расширения аналитических возможностей. Анализ существующих систем показал, что наиболее эффективной является система, основанная на OLAP-технологиях. Целью работы является исследование проблемы создания корпоративной информационной системы кадрового потенциала системы образования РК. Новизна заключается в объединении разрозненных баз данных университетов в единое информационное хранилище. Рассмотрены предпосылки и сформулированы принципы построения информационной системы образования.*

***Ключевые слова:** информационные системы, портал, образование, системы анализа, хранилище данных.*

УДК 681.5

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO MEGA 2560 ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВУХДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМОЙ ВРАЩЕНИЕМ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ОБЪЕКТОВ

В.П. Ивель<sup>1</sup>, Ю.В. Герасимова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> доктор технических наук, профессор, <sup>2</sup> кандидат технических наук, доцент  
Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева (Петропавловск), Казахстан

**Аннотация.** Одним из элементов современных технологий производства, технического обслуживания и ремонта специализированных грузовых железнодорожных (ЖД) вагонов является возможность их вращения и подъема на заданный угол и высоту. В частности, при производстве вагонов-зерновозов, при сборке полувагона необходимо поворачивать их вокруг горизонтальной оси. В данной статье рассматривается возможность создания системы управления двухдвигательным комплексом поворота многотонных объектов на базе платформы Arduino, обеспечивающей повышение точности управления, синхронности двухстороннего вращения, снижение динамических нагрузок и энергопотребления во всех режимах работы комплекса.

**Ключевые слова:** электропривод, вагонкантователь, плата Arduino, Simulink – модель, ПИД-регулятор.

Существующие железнодорожные производственные и ремонтные предприятия, как правило, вообще не предполагают наличия в технологическом цикле возможности подъема и вращения, как вагона, так и его составных частей. В настоящее время на отдельных производствах для этих целей используются козловые краны и отчасти механизированный ручной труд – технология не только опасная, но и достаточно трудоемкая.

В тоже время, существует класс подъемно-транспортных механизмов подвижного состава железнодорожного транспорта [3], предназначенный для выгрузки сыпучих материалов из грузовых ЖД вагонов. Однако такие комплексы представляют собой многотонные конструкции и характеризуются избыточной мощностью (для выполнения поставленной задачи), повышенным энергопотреблением и не предназначены для сборочных и ремонтных работ ЖД вагонов, так как не могут обеспечить требуемых динамических и статических показателей, заданную точность и синхронность двухстороннего вращения.

В связи с этим разработка компьютерной системы кантования специализированных ЖД вагонов адаптивной к переменным моменту инерции и моменту сопротивления является чрезвычайно актуальной задачей для ЖД транспорта Казахстана.

Как правило технология создания систем управления такими сложными двухдвигательными комплексами [3] состоит из следующих этапов:

- синтез математической модели системы управления;
- разработка компьютерной модели системы;
- создание аппаратной части системы управления (блока управления).

Обычно блок управления сложными системами реализуется или на компьютере с использованием специального программного обеспечения (например, системы Matlab) [2] и многофункциональных плат ввода-вывода, либо на современных микроконтроллерах [1]. Первый путь достаточно надежный, но более затратный. Второй – хотя менее затратный, но более сложный с точки зрения разработки и отладки программного обеспечения.

В данной статье предлагается комбинированный метод создания блока управления. С одной стороны, компьютерная модель блока управления создается на базе программы Matlab, с другой стороны, в качестве блока управления используется непосредственно плата Arduino с микроконтроллером ATmega-2560. Данный метод предполагает использование пакета Simulink программной среды Matlab 2013, поскольку данная версия Matlab включает пакет Simulink Support Package for Hardware. Этот пакет позволяет использовать среду визуального программирования Simulink для программирования микроконтроллера ATmega-2560.

Рассмотрим технологию программирования блока управления на примере двухмассовой системы вращения вагонов на базе двух асинхронных двигателей, представленной на рисунке 1.

Назначение данной системы управления – выравнивание скоростей вращения двух двигателей при разных нагрузках на валах двигателей [3, 4]. Для создания разности нагрузок на валах двух двигателей на вход Тм АД1 подается нагрузка 10 Н\*м, а на вход Тм АД2 - 5 Н\*м. Таким образом создается разность нагрузок, в результате чего разность скоростей вращения валов двух двигателей достигает величины 9 об/мин (рисунок 2).

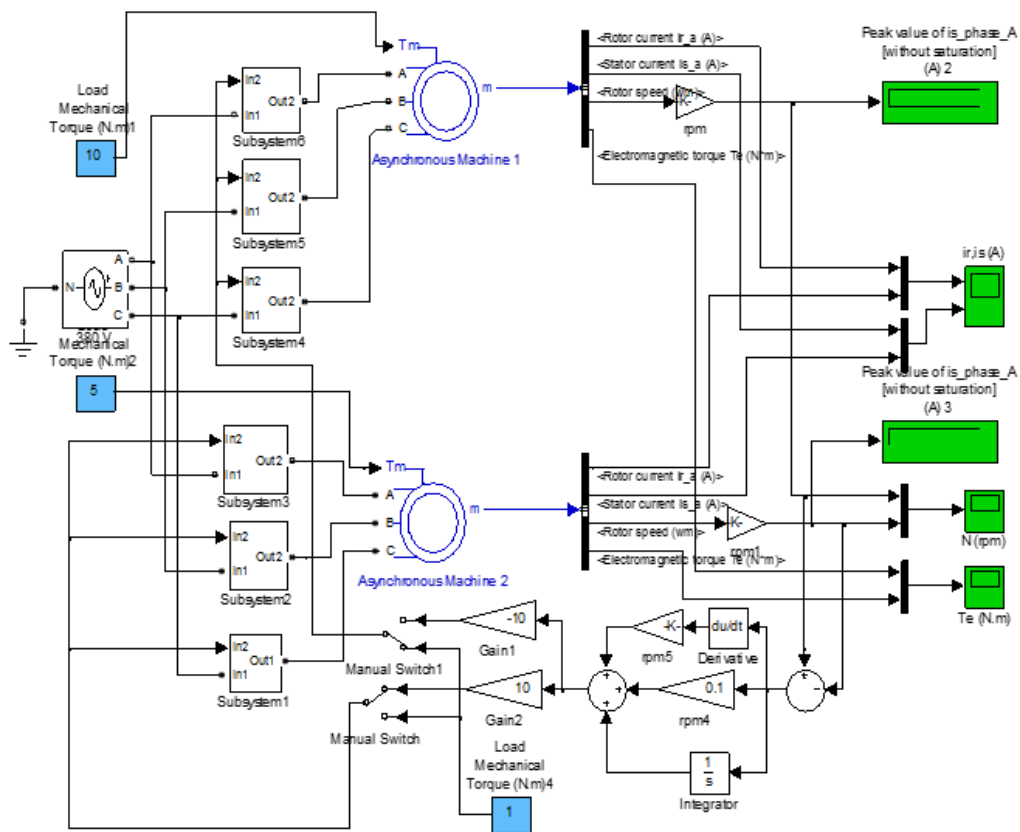


Рисунок 1. Simulink-модель двухмассовой системы вращения вагонов

Для возможности регулировать скорость вращения валов при изменении нагрузки созданы подсистемы Subsystem1 ÷ Subsystem6 и ПИД-регулятор [5], который обеспечивает заданное качество переходных процессов (включен между портом In2 и датчиками скорости Rotor speed).

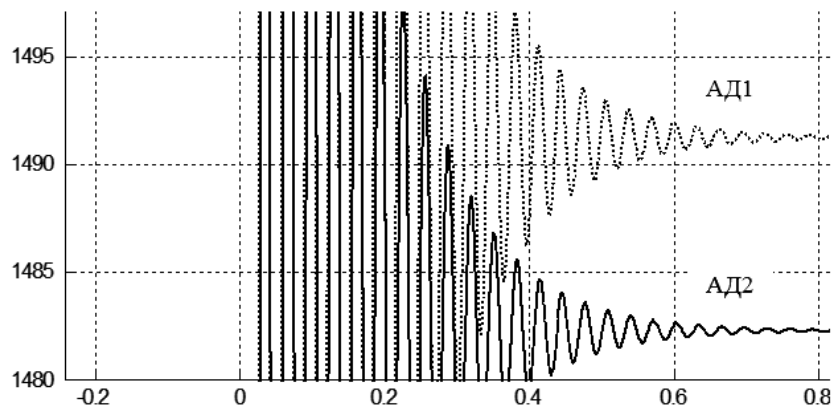


Рисунок 2. Графики скоростей вращения валов АД1 и АД2

Результат таких корректирующих действий представлен на рисунке 3.

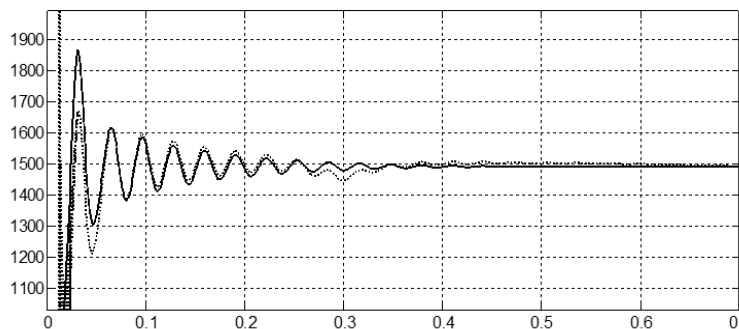


Рисунок 3. Скорости вращения АД1 и АД2 после коррекции

Второй этап – программирование платы Arduino Mega-2560 (рисунок 4).



Рисунок 4. Платформа Arduino Mega-2560

Плата имеет 54 цифровых входа/выходов (14 из которых могут использоваться как выходы ШИМ), 16 аналоговых входов, 4 последовательных порта UART, кварцевый генератор 16 МГц, USB коннектор, разъем питания, разъем ICSP и кнопка перезагрузки. Для работы необходимо подключить платформу к компьютеру посредством кабеля USB или подать питание при помощи адаптера AC/DC, или аккумуляторной батареей.

Для программирования необходимо плату подключить к компьютеру с помощью кабеля USB и в Simulink-модели (рисунок 1) представить подсистемы Subsystem1 ÷ Subsystem6, как это показано на рисунке 5. Эти подсистемы включают блоки умножения Product, которые обеспечивают коррекцию скорости вращения электродвигателей АД, широтно-импульсные модуляторы ШИМ [4], блоки Digital Output (цифровые выходы) пакета Simulink Support Package for Hardware, которые обеспечивают связь микроконтроллера AtMega-2560 и АД. Каждая фаза электродвигателей связана со своим блоком Digital Output через фильтр нижних частот, который одновременно служит усилителем мощности.

Выходы датчиков оборотов (ДО) валов электродвигателей подключены к блокам Analog Input (аналоговый вход) из того же пакета Simulink Support Package for Hardware.

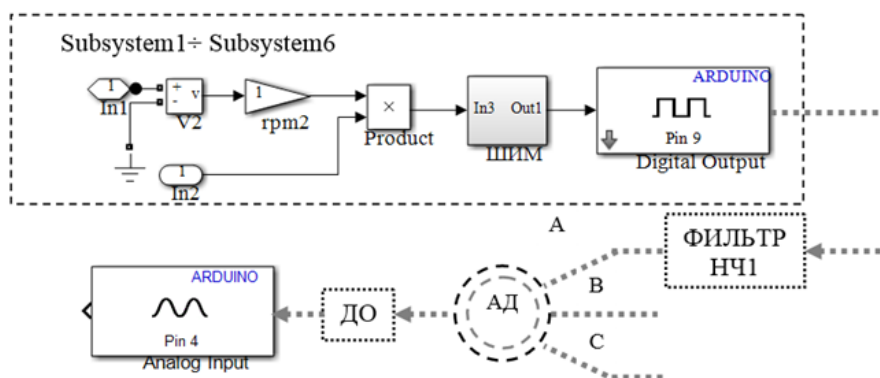


Рисунок 5. Программно-аппаратный интерфейс AtMega2560 – асинхронные машины



После этого необходимо произвести запуск модели из меню Tools/.../Run. В результате этих действий программа управления будет записана в память микроконтроллера AtMega-2560.

При последующих запусках компьютер уже можно отключить от платы Arduino, а запуск программы управления будет осуществляться от внешнего источника питания 9 В.

Таким образом, с помощью пакета Simulink программной среды Matlab и платформы Arduino Mega-2560 можно создавать недорогие системы управления способные реализовывать достаточно сложные программные алгоритмы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов, В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы – М. : "Додека-XXI", 2006. – 288 с.
2. Дьяконов, В.П. Matlab 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6. Основы применения. – М. : СОЛОН-Пресс, 2005. – 800 с.
3. Ешин, Е.К. Электромеханические системы многодвигательных электроприводов. Моделирование и управление. – Кемерово : Кузбасский гос.техн.ун-т, 2003. – 247 с.
4. Пивняк, Г.Г., Волков, А.В. Современные частотно-регулируемые асинхронные электроприводы с широтно-импульсной модуляцией. – Днепропетровск : Национальный горный университет, 2006. – 470 с.
5. Потапенко, Е.Е., Потапенко, Е.М. Синтез и анализ компенсаторов контуров тока асинхронных электродвигателей // Материалы 11-й международной конф. по автоматическому управлению «Автоматика-2004». – Киев, 2004. –Т.2.– С. 49-53.

*Материал поступил в редакцию 25.03.14.*

### ARDUINO MEGA 2560 PLATFORM USE FOR MANAGEMENT OF TWO-ENGINE SYSTEM OF ROTATION OF LARGE-SIZE OBJECTS

V.P. Ivel<sup>1</sup>, Yu.V. Gerasimova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doctor of Engineering, Professor, <sup>2</sup> Candidate of Engineering Sciences  
North Kazakhstan State University named after M. Kozybayev (Petropavlovsk), Kazakhstan

**Abstract.** *One of elements of modern production technologies, maintenance and repair of specialized cargo railway (RC) cars is the possibility of their rotation and lifting at the orders angle and height. In particular, by production of grain cars, at assembly of open car it is necessary to turn them round a horizontal axis. The possibility of creation of a control system by a two-engine complex of turn of large-tonnage objects on the basis of the Arduino platform providing increase of management accuracy, synchronism of bilateral rotation, decrease in dynamic loadings and power consumption in all operating modes of a complex is considered in this article.*

**Keywords:** *electric drive, car canter, Arduino platform, Simulink – model, the PID-regulator.*

УДК 621.395

## К ВОПРОСУ ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

М.Н. Иманкул<sup>1</sup>, К. Шапауов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> кандидат технических наук, доцент, <sup>2</sup> магистрант

<sup>1</sup> Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Астана),

<sup>2</sup> Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина (Астана), Казахстан

***Аннотация.** На железнодорожном транспорте представлены сети электросвязи многих типов, используемые для передачи услуг от источника до потребителя. Ресурсы сети должны использоваться эффективно, чтобы сеть в единицу времени передала как можно больше данных с минимальной задержкой. IP-транспорт обеспечивает гибкость средств управления, а оптимизация трафика позволяет снизить объем передаваемых данных, ускорить работу приложений, увеличить степень загруженности канала. Обновление, развитие сетевых ресурсов должно реализовываться путем внедрения инновационных технологий.*

***Ключевые слова:** инфраструктура; управление; технология; проект.*

На железной дороге (ЖД) применяются десятки видов связи (мобильная (сотовая, транкинговая и др.), радио (спутниковая, радиорелейная и др.), фиксированная) различного назначения (общетехнологическая, диспетчерская и т.д.), каждая из которых обладает своими особенностями и налагает определенные требования на сеть и оборудование, на основе которого строится. Физические каналы связи и другие элементы транспортной инфраструктуры играют ключевую роль в предоставлении любых коммуникационных услуг, так как без них передача информации становится просто невозможной. Обычно ЖД строит свою сеть, полностью основанную на собственных линиях связи (ЛС). Внедрение инновационных услуг на ЖД невозможно без соответствующей инфраструктуры, требующей: непрерывной модернизации магистрали; реализации волоконно-оптических каналов для подключения узлов и т.д. Для обеспечения эффективного обмена данными наземная инфраструктура должна гарантировать доставку всех информационных потоков между узлами, отделениями и службами железной дороги независимо от используемой каналобразующей аппаратуры.

При цифровизации узлов связи ЖД используют решения, позволяющие объединить учрежденческие цифровые АТС по медным кабельным ЛС. При этом можно использовать комбинированные схемы (например, построить волоконно-оптические ЛС (ВОЛС) участков, позволяющих мультиплексорам распределить потоки Е1 на все промежуточные станции, одновременно объединив их в локальные вычислительные сети (ЛВС)). Пропускная способность каналов, построенных на медножильных кабелях, приблизилась к верхнему пределу и не отвечает потребностям завтрашнего дня. Внедрение на части участков железнодорожной инфраструктуры сетей передачи данных по технологии IP/MPLS (Multi-Protocol Label Switch) позволит сотрудникам обмениваться данным по каналам с пропускной способностью 2-8 Мбит/с.

По оценкам IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) при сохранении нынешних трендов в 2015 г. сети должны будут обеспечивать пропускную способность 1 Тбит/с, а к 2020 г. – 10 Тбит/с. Решения для построения транспортной сети связи между узлами ЖД должны оптимальным образом сочетать радиорелейные линии и оптические технологии. Для рационального выбора инфраструктуры сетей реализуются задачи: оптимизации производительности; оценки влияния локальных изменений на производительность всей сети; выявления узких мест в системе до ввода в эксплуатацию; минимизации затрат; аудита/учета трафика в сети.

В распределенной ведомственной сети передачи данных ЛВС филиалов подключаются к ресурсам головного офиса по каналам глобальной сети. VPN (Virtual Private Network) – один из доступных способов построить сеть, части которой расположены территориально сравнительно далеко друг от друга [1]. Инфраструктура VPN, функционирующая через Интернет, дает возможность организовать экономически эффективную сеть, удовлетворяющую потребности в доступе как к внутрикорпоративным, так и публичным ресурсам. Чаше информационно-вычислительные ресурсы консолидируются в главных вычислительных центрах ЖД, обращение к которым происходит по выделенным каналам (удаленный офис подключается к общим ресурсам). Скорость работы сетевых приложений по каналам глобальной сети должна приближаться к скорости их работы в ЛВС.

Для хранения значительных объемов информации требуются высокопроизводительные сервера, работа из облака, а пропускная способность всей инфраструктуры не должна содержать каналов с узкой полосой пропускания. Проникновение оптики в сети доступа обусловлено существующей инфраструктурой, степенью развития широкополосного доступа (ШПД). Следует определиться с выбором востребованных технологий: использовать оптические коммутаторы Ethernet (WDM (Wavelength Division Multiplexing)) или технологии пассивных оптических сетей GPON (Gigabit Capable Passive Optical Network)? В среднесрочной и долгосрочной перспективе рынок

ШПД стоит на пороге тотального перехода от медных кабелей к оптическим, позволяющим поддерживать высокие скорости передачи для реализации перспективных услуг. Устаревшие технологии не справляются с взрывным ростом потоков информации, нужны каналы мощностью порядка не менее 100 Мбит/с на одного абонента.

Перспектива за технологией GPON, которая позволяет обеспечить доступ на скоростях 1 Гбит/с, имеет малое энергопотребление и является: реальной заменой устаревшим традиционным ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)-сетям, поддерживающим доступ по коаксиальным кабелям; мощным конкурентом в случае резкого скачка скорости доступа и объема потребляемого трафика. Возможно применение существующих гибридных взаимодополняющих друг друга методов доступа. Недостатки технологии GPON: дороговизна из-за высокой стоимости станционного оборудования; необходимость решения проблемы взаимной совместимости станционного и ONT (optical network terminal)-оборудования различных производителей.

Развитие оборудования транспортной инфраструктуры отражает основные тенденции современных телекоммуникаций: мультисервисность, интеллектуализацию и конвергенцию. Новые Ethernet-решения обеспечивают возможность управлять параметрами QoS (Quality of Service) за счет резервирования пропускной способности, а в случае неполадки - способны восстановить соединение в течение 50 мс. Это соответствует характеристикам современных SDH (Synchronous Digital Hierarchy)-технологий. Отличительной характеристикой Ethernet-решений (предложенных компаниями Alcatel, Cisco, Nortel) является организация защищенных сетевых интерфейсов для предоставления услуг интегрированного доступа (например, пакетов Triple Play) и максимально дешевых интерфейсов доступа для подключения клиентов сети.

Эффективное использование ресурсов, имеющихся магистральных транспортных оптических сетей и дальнейшая их эволюция требует адекватного развития оптических сетей доступа. Внедрение новых сетей с коммутацией пакетов (КП) одновременно требует поддержания конвенциональных сервисов, основанных на технологии коммутации каналов (КК). Обслуживание двух параллельных инфраструктур означает удвоение эксплуатационных расходов, вносит ограничения по конвергенции сервисов. При построении новой сети (развертывании новых сетевых сегментов) нужно опираться на решение IP/Ethernet, гарантирующее динамическое наращивание пропускной способности и поддержку новых услуг.

Радиорелейные системы (PPC) для сетей связи следующего поколения должны представлять собой интегрированные пакетные решения, органично вписывающиеся в новые инфраструктуры и обеспечивающие более рациональное использование частотных ресурсов. Внедрение PPC, в которых радиоканал изначально пакетирован, служит важным этапом к переходу на полностью пакетные транспортные сети (All-IP (все по IP)). All-IP подразумевает, что базовые услуги (фиксированный голос, мобильный голос, фиксированные данные, мобильные данные) будут предоставляться на базе единой сетевой инфраструктуры. Переход на IP расширяет спектр сервисов (VoIP (Voice over IP), видеоконференцсвязь, унифицированные коммуникации, виртуальный офис).

Взрывной рост корпоративного трафика данных требует эффективного управления. Управление сетью – целенаправленное воздействие на сеть, осуществляемое для организации ее функционирования по заданной программе: включение и отключение системы, каналов передачи данных, терминалов; диагностика неисправностей; сбор статистики; подготовка отчетов и т.п. При обновлении инфраструктуры сети решаются следующие задачи: упрощение управления сетью; унификация архитектуры сети; повышение уровня информационной безопасности; наличие необходимых функций отказоустойчивости сети; поддержка сетевых систем реального времени (СРВ) (VoIP-средства; решения для передачи потокового видео с наименьшими задержками передачи пакетов); поддержка большего числа сетевых решений; снижение затрат на сетевое управление и на оборудование путем автоматического конфигурирования коммутаторов; обновление микропрограммного обеспечения; повышение гибкости сети (внедрение механизмов и методов повышения производительности сети на уровнях доступа, распределения, ядра); другие.

На производительность сети влияют ряд факторов: способ связи между коммутаторами и тип коммутаторов (стековые/модульные), которые предлагается использовать в ядре сети и на ее периферии. Магистральный коммутатор в ядре сети сегодня должен: предусматривать агрегацию/резервирование нескольких 10-Гбит/с uplink-соединений для повышения скорости передачи данных и надежности работы сети; обеспечивать поддержку расширения сети. Наличие 10-Гбит/с (40-Гбит/с и выше) зарезервированных соединений в сетевых решениях свидетельствует о том, что в ближайшей перспективе их не придется модернизировать [2].

Стековые коммутаторы доступа – дешевый способ наращивания числа коммутируемых портов, реализующий кольцевую топологию межсоединений стека с двунаправленной передачей информации по ним (трафик следует по кольцу в любом направлении по кратчайшему маршруту). В ядре сети, где агрегируется и перераспределяется весь ее трафик, требуется существенно большая пропускная способность. Для растущих сетей необходимо использовать модульный магистральный коммутатор [2].

На качество работы СРВ влияют задержка передачи пакетов между конечными узлами и джиттер (вариация задержки). К методам поддержки работы сетевых СРВ можно отнести автоматическое обнаружение мультимедийного конечного узла, подсоединенного к порту коммутатора. Коммутаторы маркируют пакеты и обрабатывают их в соответствии с их QoS-параметрами. Сегодня одним из самых распространенных бизнес-причин модернизации коммутирующей инфраструктуры сети служит улучшение ее защиты. Коммутаторы имеют поддержку безопасного управления по протоколам SSL (Secure Socket Layer), SSH (Secure Shell), SNMPv3 (Simple Network Management Protocol version 3) [2]. Например, коммутатор серии 5500G компании

3Com оснащен таким набором защитных функций: отслеживание запросов/ответов DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol); проверка работы ARP (Address Resolution Protocol) и выполнение функции IP Source Guard (отображение IP-адресов на порты коммутатора).

Сетевая инфраструктура и средства контроля доступа к сети NAC (Network Access Control) тесно связаны друг с другом. Для интеграции средств NAC и инфраструктурного оборудования обычно задействуются протоколы 802.1X и RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Server). В коммутаторах есть поддержка технологии MNAP (Microsoft Network Access Protection), в которой предусмотрено применение протоколов 802.1X и DHCP. Интеграция в коммутаторах защитных функций на уровне портов с поддержкой технологий NAC выполняет контроль доступа к сети (на ее границе) посредством минимального конфигурирования коммутаторов.

Ведомственные мобильные системы связи позволяют работать в обычном и чрезвычайных ситуациях. Значительная доля затрат на организацию мобильной связи приходится на построение/содержание транспортной сети (backhaul), обеспечивающей передачу трафика между базовой станцией (БС) и магистральной (транспортной) инфраструктурой. Стандартным средством подключения БС служили выделенные низкоскоростные потоки E1 (2 Мбит/с), но по мере распространения высокоскоростных технологий 3G, 4G объем трафика, приходящего на каждую соту, значительно увеличился. Сети 3G поддерживают следующие скорости передачи данных: для абонентов с высокой мобильностью (10 км/ч-120 км/ч) - не более 144 Кбит/с; для неподвижных объектов – 2048 Кбит/с [3].

Основное отличие сетей 4G от 3G состоит в том, что технология 4G полностью основана на протоколах пакетной передачи данных, в то время как 3G соединяет в себе как КП, так и КК. В 4G для передачи голоса предусмотрена технология VoLTE (Voice over LTE (Long Term Evolution)).

Передовые мобильные системы 4G: основываются на КП, используя протоколы IP; обеспечивают скорость передачи в сети 4G для объекта, движущегося со средней скоростью поезда, не менее 100 Мбит/с; используют динамически разделяемые сетевые ресурсы для поддержки большого количества одновременных подключений к одной соте; обеспечивают плавный хэндовер через различные сети и высокое качество мобильных услуг и т.п. [3]. LTE предусматривает два фундаментальных аспекта: 1) технология оставляет позади коммутируемые сети своих GSM (Global System for Mobile Communications)-корней и переходит на сетевую архитектуру All-IP; 2) использование технологии MIMO (Multiple-Input-Multiple-Output) (множество антенн на приемной/передающей стороне) для увеличения производительности и пропускной способности, снижения уровня помех.

В 2012 г. компания NSN (Nokia Siemens Networks) добилась скорости передачи данных в сетях LTE-Advanced 1,4 Гбит/с в полосе 100 МГц. LTE эффективнее использует частотный спектр (отличается повышенной емкостью, меньшей задержкой сигнала), позволяет сократить капитальные/операционные затраты, расширить спектр услуг, связанных с передачей данных по высокоскоростным каналам.

Ввиду частотных ограничений GSM подключать клиентов к существующим сетям можно, создавая новые площадки для БС, что экономически нецелесообразно. Новым решением для повышения эффективности, производительности и качества работы сетей является функция DFCA (Dynamic Frequency and Channel Allocation) компании NSN, которая позволяет: удвоить пропускную способность сети GSM в рамках существующего частотного диапазона; повысить энергоэффективность в расчете на одного абонента; использовать для голосовых звонков меньшие ресурсы сети; перераспределять диапазон для внедрения стандартов WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access)/LTE; увеличить абонентскую базу без ущерба для QoS.

Цель конвергенции – сократить затраты на поддержание сетевой инфраструктуры за счет интеграции различных потоков информации в общий цифровой поток. Каждое масштабирование сети не должно влиять на работу сети и ее отдельных элементов. Инфраструктура сети должна представлять собой совокупность гибкого, ориентированного на перспективные изменения (модификации) оборудования, в котором изначально должен предусматриваться переход к новым эволюционным стандартам. Данный переход не должен носить характер полной реорганизации инфраструктуры сети, а должен представлять собой гибкий переход к следующему поколению как на уровне оборудования, так и на уровне программного обеспечения (ПО).

Актуальной проблемой современных телекоммуникаций является глобальная совместимость (технических средств, услуг, QoS и др.). Концепция NGN (Next Generation Networks) характеризуется усложнением технических средств и ПО, расширением набора услуг и появлением большого числа производителей [4]. NGN – гетерогенная пакетная сеть с распределенной архитектурой, отличающаяся от традиционных сетей на базе технологии TDM (Time Division Multiplexing). Построение All-IP-сетей для ЖД должно выполняться путем интеграции совокупности IP-сетей в единую сетевую структуру на базе технологий NGN/IMS (IP Multimedia Subsystem), способной на базе высокоскоростной передачи данных поддерживать процедуры оказания спектра телематических/инфокоммуникационных услуг в сочетании с услугами обобщенной мобильности.

NGN-системы сложны. Минимальные изменения программно-аппаратных компонентов могут привести к значительным изменениям в поведении системы. Необходима интеграция накопленных знаний в процессе постоянного мониторинга ситуации и своевременного выявления возможных проблемных мест, поддержание сети в режиме. Переход к новым технологиям предполагает строительство принципиально новой инфраструктуры, так как для реализации мультимедийных услуг требуется соответствующее развитие транспортной инфраструктуры, подсистем коммутации, доступа, управления.

Ведомственные сети предъявляют повышенные требования непосредственно к спутниковому оборудованию, каналам связи и качеству передачи информации. Если снижение пропускной способности

неприемлемо, то спутниковая сеть должна проектироваться для наихудшего случая, чтобы она обеспечивала требуемую скорость в самых неблагоприятных для прохождения сигнала погодных условиях (дождь, снег). Возможен и другой подход: спутниковая сеть изначально проектируется для обеспечения требуемой пропускной способности при чистом небе. В случае осадков скорость передачи снижается. Целесообразность этого подхода зависит от частоты выпадения осадков в этом регионе и от требований приложений.

Сеть мобильной связи с применением спутникового сегмента (сеть 5G) – глобальная защищенная унифицированная широкополосная сеть передачи данных. Система 5G будет сочетать системы передачи голоса, видео, данных на основе IP и Wi-Fi, а также интеллект M2M (Machine-to-Machine).

Для управления технологическим процессом предприятия используют системы диспетчерской связи и конференцсвязи в виде селекторных совещаний. От стабильной работы этих систем зависит оперативность управления и принятия решений, безопасность и бесперебойность производственных циклов. Оперативно-технологическая связь (ОТС) призвана обеспечивать эффективную реализацию технологических процессов на объектах ЖД, содействовать соблюдению условий труда и безопасной работы персонала в самых разных условиях на производстве.

ОТС-системы могут быть специализированными (диспетчерская связь; аварийно-технологическое оповещение; экстренная связь; связь с подвижными объектами; интеграция с внешними системами и управление). Системы ОТС для диспетчерской связи должны обеспечить интеграцию на всех уровнях связи в рамках гибкой и открытой архитектуры (подключение внешних АТС, радиостанций, ведомственных сетей и мобильной связи, возможность расширения и коммутации). Диспетчерская связь повышает эффективность управления предприятием и должна отвечать критериям максимальной надежности и живучести. В частности, для организации голосовой и диспетчерской связи экономически выгодна технология VoIP, позволяющая организовывать теле- и видеоконференции в конвергентных сетях (для их организации необходим высокоскоростной IP-транспорт).

Функционирование ЖД требует практически онлайн-управления своими производственными процессами. При проектировании системы связи объединяют все виды связи (общепроизводственную, технологическую). Необходимо разграничить диспетчерскую связь и технологическую. При этом диспетчер в случае необходимости может выйти в другие сети связи, в которых работают абсолютные разные типы оборудования, архитектуры.

Сегодня на ЖД необходима современная инфраструктура, позволяющая осуществлять массовую реализацию услуг ШПД. Цифровая профессиональная диспетчерская (транкинговая) радиосвязь может решать как традиционные задачи (организация служебной радиотелефонной связи для аппарата управления с выходом в ведомственную телефонную сеть и в телефонную сеть общего пользования; организация надежной оперативной связи между диспетчерами и группами мобильных абонентов, работающих на удаленных объектах; предоставление оперативной связи в аварийных и чрезвычайных ситуациях), так и задачи, связанные с передачей технологической информации (обеспечение контроля/управления производственными процессами посредством передачи технологической информации, данных, сигналов телеуправления и телеметрии; дублирование стационарных проводных систем обмена технологическими данными).

Транкинговая радиосвязь в отличие от сотовых систем позволяет организовать групповую связь с малым временем установления соединения, гарантирует предоставление канала, устойчивость связи. Аналоговые транкинговые системы не могут быть интегрированы в IP-сеть. Цифровой стандарт транкинговой связи TETRA (TErrestrial TRunked RAdio) дает: возможность реализации технологических приложений на базе TETRA-сети; возможность интеграции в корпоративную IP-сеть; широкие возможности голосовой связи; надежность, устойчивость связи в чрезвычайных ситуациях; высокий уровень информационной безопасности, надежности в чрезвычайных ситуациях. Внедрение TETRA дает такие экономические выгоды: снижение эксплуатационных затрат на обеспечение производственно-технологической и оперативно-диспетчерской связи (эксплуатация одной цифровой системы дешевле/проще эксплуатации нескольких несовместимых между собой аналоговых систем); повышение качества управления технологическими процессами (оперативность реагирования на изменения критических параметров технологических процессов); др [5].

Системы TETRA необходимы ЖД также для: оптимизации перевозок; снижения аварийности; экстренных служб. На ЖД используют комплексные решения TETRA, позволяющие создать VPN. В частности, на базе единого комплекса средств связи TETRA компанией Микротест были реализованы подсистемы железнодорожной технологической радиосвязи: поездная радиосвязь; ремонтно-оперативная радиосвязь; станционная радиосвязь.

По мнению Nortel, любой элемент сети должен предусматривать возможности агрегирования служб: выделять отдельные магистральные и сервисные узлы. Этот принцип и реализован в продуктах Nortel – любая услуга через любой порт. В отличие от иерархического подхода (коммутация на магистрали, маршрутизация на периферии), Nortel продвигает несколько иную архитектуру операторских сетей: маршрутизация на магистрали с возможностью организации доступа к услугам VPN на том же узле, а один и тот же коммутатор способен быть магистральным или пограничным узлом.

Итак, в ведомственных сетях ЖД применяются разнообразные телекоммуникационные средства (телефонные каналы, радиоканалы, спутниковая связь, др.). В частности, требуется интеграция всех доступных на сегодняшний день стандартов сотовой, спутниковой, радиосвязи для создания информационной и коммуникационной инфраструктуры на железнодорожном транспорте. Непременным атрибутом сложной и крупномасштабной сети ЖД является высокая степень неоднородности (гетерогенности). В ней обязательно будут использоваться различные типы операционных систем и множество различных приложений. Неоднородные части

корпоративной сети должны работать как единое целое, предоставляя по возможности удобный и простой доступ ко всем необходимым ресурсам.

Сегодня на мировом рынке имеются новые предложения. Компания NSN разработала решение самоорганизующихся сетей, позволяющее автоматизировать эксплуатацию магистральных сетей, то есть автоматически обнаруживать, анализировать и реагировать на непредсказуемые изменения структуры трафика и условий работы опорной сети. Это решение для магистральных сетей позволяет оптимизировать использование каналов связи между элементами опорной сети путем автоматического перенаправления неиспользуемой емкости на перегруженные участки.

Новый подход к проектированию сетей, разработанный компанией Google, связан с технологией программно-конфигурируемых сетей SDN (Software Defined Networking). В нем путь информации через промежуточные серверы рассчитывается устройством-отправителем, а не на каждом из серверов, как в современных сетях. Данный подход снижает требования к вычислительной мощности промежуточных хостов и оптимизирует пропускную способность сети. В рамках проекта Open Daylight, в котором задействованы компании Cisco, IBM, Intel, Dell и др., создается контроллер SDN-сети с интерфейсами для сетевых приложений (например, инструментов администрирования облачных систем) и для сетевого оборудования и другие приложения, и компоненты SDN-сети. Облачные решения позволяют упростить инфраструктуру, избежать покупки дорогостоящего оборудования.

Сегодня многие компании в мире с целью быстрого, финансово необременительного запуска новых услуг вместо инвестирования в инфраструктуру внедряют сервисные платформы и услуги типа SDP (Service Delivery Platform). Прикладные платформы операторов типа IMS и SDP представляют собой кардинально новый подход к сетевой архитектуре, а магистральная сеть SAE (System Architecture Evolution) становится максимально плоской IP-сетью.

**Выводы.** Сетевые технологии перманентно эволюционируют: появляются новые способы связи и развиваются старые, что порождает трудности при проектировании сетей (новые протоколы зачастую не решают часть старых проблем, имеют свои собственные). Будущее сетей: программируемость, конвергенция, виртуализация. С повышением требований к пропускной способности сетей ведомственные операторы отдают предпочтение комплексным решениям на базе IP-технологий, позволяющих интегрировать различные сервисы в единую конвергентную сеть, отвечающую перспективным требованиям. В архитектуре IP NGN уровень контроля над услугами отделен от транспортного и уровня приложений, что позволяет сохранить универсальный IP-транспорт, обеспечить максимальную гибкость средств управления для своего класса приложений. Технология LTE увеличивает скорости передачи, уменьшает задержку, снижает стоимость мегабайта, повышает потенциальную доходность в расчете на площадку для БС. Среда All-IP, всеохватывающий ШПД, сверхвысокие скорости на магистралях, отделение сервиса от инфраструктуры – такая разнородность структуры сетей будет преобразована в более простую форму на базе All-IP. Эффективное управление усложняющимся транспортным организмом требует научно-обоснованного строительства информационно-коммуникационной инфраструктуры железной дороги.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Построение безопасных сетей на основе VPN. Ресурс: [www.3dnews.ru/communication/postroenie\\_bezопасnih\\_setei\\_na\\_osnove\\_vpn](http://www.3dnews.ru/communication/postroenie_bezопасnih_setei_na_osnove_vpn)
2. Майк Фратто. Коммутирующие инфраструктуры Ethernet // Сети и системы связи. №11 (173). 22 октября 2008. – С. 42-45. <http://ccc.ru>
3. [http://ru.wikipedia.org/wiki/4G-cite\\_note-10](http://ru.wikipedia.org/wiki/4G-cite_note-10)
4. NGN [Электронный ресурс]: Википедия / Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>
5. Шахнович, И.В. Современные технологии беспроводной связи. Издание второе, исправленное и доп. – М. : Техносфера, 2006. – 288 с.

Материал поступил в редакцию 20.03.14.

### ON RESEARCH OF PERSPECTIVE METHODS OF DESIGNING COMMUNICATION INFRASTRUCTURE ON RAILWAY TRANSPORT

M.N. Imankul<sup>1</sup>, K. Shapauov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, <sup>2</sup> Candidate for a Master's Degree

<sup>1</sup> L.N. Gumilyov Eurasian National University (Astana),

<sup>2</sup> S. Seifullin Kazakh Agro Technical University (Astana), Kazakhstan

**Abstract.** The networks of telecommunication of many types, used for transfer of services from a source to the consumer are presented on railway transport. Resources of a network have to be used effectively that the network in time unit transferred as much as possible data with the minimum delay. IP transport provides flexibility of control facilities, and traffic optimization allows to reduce the volume of transmitted data, to speed the work of applications, to increase loading level of the channel. Updating, development of network resources has to be implemented by introduction of innovative technologies.

**Keywords:** infrastructure; management; technology; project.

UDC 004.056, 003.2

## LINGUISTIC METHODS OF PROTECTION AND ANALYSIS OF DIFFERENT TYPES OF INFORMATION

S.A. Kushch<sup>1</sup>, D.M. Kolesnyk<sup>2</sup>

<sup>1</sup> PhD of Engineering Sciences, Senior Lecturer, Department of Computer Science and Information Security,

<sup>2</sup> PhD in the Field of Linguistics, Head of the Foreign Languages Department  
Cherkasy State Technological University, Ukraine

**Abstract.** *This article deals with the issues and concepts of linguistic data analysis and protection within the framework of modern communication paradigm. The models of communication and different ways of assessment, analysis, and information security are also considered. The paper considers the cases in which the protection of information and its transmission is represented by methods of indirect communication and interpretation.*

**Keywords:** *information security, linguistic analysis, linguistic methods of data protecting, communication model.*

In the modern world with the rapidly increasing power of computers and speed of information transmission by various channels, the protection of information stored and transmitted among users becomes an important theoretical and practical problem. The concept of information security traditionally exists in the theory of information security, and is defined as "prevention of loss and leakage of confidential information and the loss of open information that is protected" or "activities aimed at preventing information leakage, unauthorized and unintended impacts on information protected" [1].

In this aspect information security is seen as a set of organizational, regulative, technical and other measures to protect official information set by the owner and first of all documented information that is attached to the physical medium with the use of props allowing to identify it. In the first place, there are the most important organizational measures governing the access to information by various categories of persons; it is assumed that there may be also subjects physically not admitted to the storage medium.

However, the problem should be considered more widely. Data Protection problems are found in all areas of our lives, not only in business, organizational, but also the consumer, scientific, social, political, artistic, etc. In all these areas it is relevant not only to physically protect the information media but to protect the information itself - personal data, professional, confidential, sensitive information. All of these areas have their own linguistic representation that also to some extent protects this information from unauthorized users of that information, so we can talk about linguistic data protection (DLP) [2]. In particular, this type of protection can be seen in using professional terminology including military, banking terms, terminology used by programmers so called special jargon incomprehensible to an average person or a person unauthorized to some areas of work.

To define the concept and classify the types of (DLP) it is necessary to answer the question who and in what circumstances wishes to protect such information and from whom information may be concealed, hence it is necessary to determine the threat to information. Among the traditional threats we can identify unauthorized access which results in the loss (theft) and leakage (disclosure) of information, unauthorized intentional and unintentional influences on information (destruction, copying, modification, distortion, blocking and so on). In this case, we consider two main threats - unauthorized distribution of information and violation of the rights of the owner for possession and disposal of information. Taking into consideration the expansion of information users, we are especially interested in the situations that allow physical access to the information.

In the conditions of information threats communication model is as follows: the information owner by implementing DLP generates a message to the user requiring to comply with the measures of protection of information provided. Communicative model taking into account the threat of unauthorized intentional and unintentional influences on information suggests that the transmitted information is not secret. In forming the message the information owner marks it in some way, thereby protecting the rights to it and its integrity.

It appears that the DLP can be done in the following ways: avoiding the subject, using indirect means of communication, by labeling speech or text items.

From the theory of information security it is known that the undocumented information is least exposed to leaks and loss. In terms of DLP undocumented information is some contents which may exist in the mind of a person but that is not represented in the document.

In any society, any social group, any individual there are topics closed for discussion (death, illness, old age etc). Here are the most ancient mechanisms of the human mind, which suggest the possibility of magic words influencing reality. Protecting such information people protect themselves. If the "delivery" of any information leads to the undesirable situation in reality, then the discussion of such topics should be avoided.

However, in terms of DLP this rule ceases to operate unconditionally. The analysis of texts spread in a society inevitably highlights both current topics as well as the topics that are closed to discussion and interpretation. There exist also special skills for detecting information which needs to be protected. For instance, during the mass arrests in the 30's the refusal of special institutions to give information about the relatives of the arrested person meant that the investigation is still going on. When the investigation ended the information about imposed sentence was usually given to the relatives.

Let us consider **the means of indirect communication** based on the interaction of linguistic contents and information meaning.

The sender writes the text taking into assumption that the recipient will distinguish two sides of the text: an open one – literal, reflecting the external meanings of linguistic units, and a protected one – internal, which can be inferred from the external by using certain rules. There is also a possibility of multiplicity of possible internal side, anticipated or not anticipated by an information owner. It is important to have a password to transcode the signal that can be represented by a single linguistic unit or a set of linguistic units, text genre and situational characteristics of communicative events (changes that occur in it, nonverbal communication units and so on.).

In this respect, DLP is based on the ability of a language to create context-conditioned meanings combined with text categories – addressiveness, intelligibility, clarity and interpretability. As an example of the usage of indirect methods of communication with DLP we can regard administrative texts that exist mostly in the written form. The most important requirement for such texts is the usage of formal business style. Axiomatic assertion of functional stylistics that official business document must be understood and properly interpreted by everyone loses in the pragmatic aspect its truth: every document is a reflection of the interests of a particular social group. The society formulates the need to document information, but it sometimes clashes in conflict with the need of information owner to "maintain a reputation". The way out of this situation is the indirect communication, as the content of such texts should be understood by the members of the same social group. Rules of interpretation, while not purely linguistic, get convention character.

**Labeling units of the text.** We consider labeling as the use of special lexical items - terms, jargon, etc. This method of protection of information is relevant to the areas where there is a threat of violation of the rights of the owner in possession and disposal of information, especially in the field of scientific and artistic discourse.

The introduction of a new term to refer to existing concepts in science redistributes the contents focus in the concept and leads to transformation (changing its scope or content, or both), thus allowing to attribute information to a particular author of a scientific theory. An example is the term "microtext" introduced into the theory of the text by Professor N. Kovalev and applied to the grammatical units of the text [3, 4]. Rejecting the more or less traditional terms and introducing new ones the author emphasizes that the text unit should fit most requirements that apply to the text, namely topicality, connectivity, informativity, integrity, etc.

Publication of a scientific text is an evidence of information disclosure and of attribution of this information to some author. The community to which the text is addressed - the scientific community - has the right to use this information but according to a certain tradition: the use of marked items is necessarily to refer to the authorship.

However, the use of the term by the scientific community leads to the fact that the author's term is no longer perceived as labeled, a new generation of researchers perceive it as a common and traditional so that sooner or later the tradition of referring and citation gets broken.

**DLP as a need.** What is the subject's of communication awareness of the need of information security? We can assume that in different situations, the degree of awareness is different, therefore, the text with DLP can be characterized by one of the signs located on the scale of "intentional" - "conventional." This graduation is connected with the size of the group that dictates the requirements for DLP. Thus, if the subject is recognized by society as irrelevant/inadmissible for communication, we can talk about conventional DLP. Less conventional DLP is observed in a situation where a social group, such as school officials not using specific vocabulary in official documents but using metaphor, litotes and other figures of speech deliberately seeks to avoid the spread of negative information and thus "to save reputation". You can see that clichés are generally accepted in this field, so in this case DLP is not entirely intentional. We can define DLP as definitely intentional when a text is created as a puzzle giving the reader an opportunity to participate in a contest, a game.

Thus it can be concluded that the use of DLP allows both to protect the information that is used by various social and professional groups as well as to reduce the possibility of rapid decoding of confidential information, and to analyze information (information flow) in the aspect of the reaction of society to the situation in the country, a region, a city to any significant social problem. Therefore, the authors view DLP as a promising scientific and practical field that can be used both in the systems of information security and other related areas.

## REFERENCES

1. Aleksentsev, A.I. Essence and correlation of the concepts "the protection of information", "safety of information", "information safety" // Safety of information technologies. – 1999. – № 1.
2. Kulko, O.I. Information safety as a linguistic problem // Volgograd state university. Series 2. Linguistics, – 2009. – № 1 (9).
3. Kovalev, N.S. Old Russian Literary Text: Problems of Studies of meaning structure and evolution aspects of evaluation category /. Volgograd. Publishing House of the Volga, 1997. – 260 pp.
4. Kovalev, N.S. Old Russina text: Principles of formation and factors of evolution (in Galicia-Volyn chronicles) / Volgograd. Publishing House of the Volga, 2001. – 179 pp.



*Материал поступил в редакцию 11.03.14.*

## **ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ И АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ**

**С.А. Куш<sup>1</sup>, Д.М. Колесник<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры информатики и информационной безопасности,

<sup>2</sup> кандидат филологических наук, заведующий кафедрой иностранных языков  
Черкасский государственный технологический университет, Украина

***Аннотация.** В статье рассматриваются проблемы и понятия защиты и анализа информации, лингвистическими методами, передаваемой современными средствами коммуникации и распространяется в обществе. Рассматриваются модели коммуникации и различные способы оценки, анализа и защиты информации. В работе рассмотрена ситуация, когда для защиты информации, или ее передачи используются методы не прямой коммуникации и интерпретации.*

***Ключевые слова:** защита информации, лингвистический анализ, лингвистические методы защиты информации, коммуникативные модели.*

УДК 621.01

## ДИНАМИКА УПРАВЛЕНИЯ КЛИНОРЕМЕННОГО ВАРИАТОРА

М.Б. Набиев, кандидат технических наук, старший преподаватель  
Бухарский Инженерно-Технологический Институт, Узбекистан

**Аннотация.** Клиноременные вариаторы широко используются в приводах многих машин различных отраслей промышленности [1]. В работе [2] впервые рассмотрена динамика агрегата с вариатором как системы с неголономной связью не учитывая особенности клиноременного вариатора и его механизма управления. В работах [3,4] рассмотрена динамика агрегата с вариатором с целью определения динамических нагрузок в системе агрегата при управлении и также не учитывается особенность клиноременного вариатора и его системы управления. Поэтому представляется целесообразным изучить динамику агрегата с клиноременным вариатором с учетом его особенностей и механизма управления, выявить влияние параметров вариатора, агрегата и системы управления на динамическое поведение агрегата.

**Ключевые слова:** механизм управления, передаточный механизм, подвижный диск, пружина, управляющий двигатель.

Агрегат представлен в виде двухмассовой системы с приведенными моментами инерции  $J_1$  и  $J_2$  которые связаны с ведущим и ведомым валами вариатора.

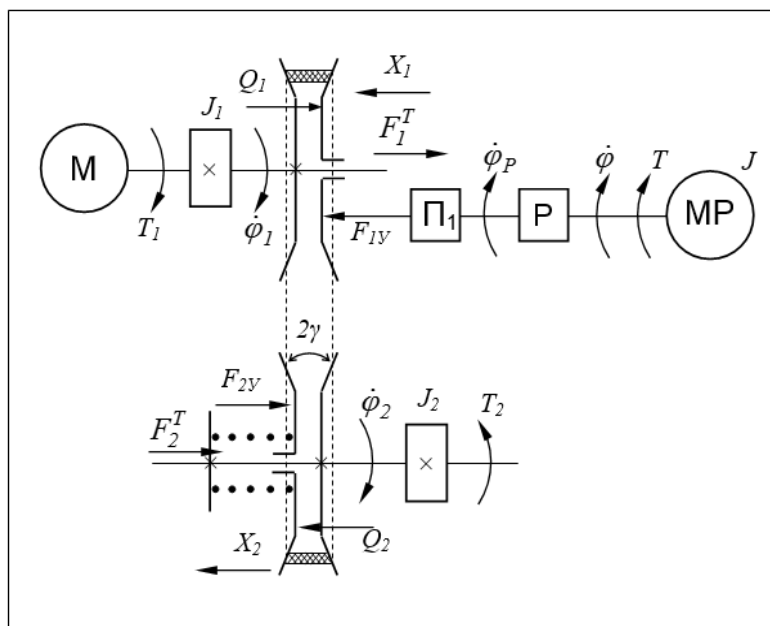


Рис.1. Схема вариатора с управляемым ведущим шкивом

Расчетная схема агрегата с клиноременным вариатором и системой его управления показана на рис.1. Двигатель М развивает крутящий момент  $T_1$ , который приложен к ведущему валу вариатора, а к ведомому валу момент сил сопротивления  $T_2$ .

Управляющий двигатель МР развивает движущий момент  $T_0^o$ . Момент сил сопротивления в системе управления вариатором обозначен через  $T_c^o$ . Система управления имеет приведенный момент инерции  $J_0$ . Движение от двигателя МР через редуктор Р т.е. передаточный механизм ПМ и механизм управления МУ передается на подвижный диск ведущего шкива. Перемещение этого подвижного диска обозначим через  $X_1$ . Подвижный диск ведомого шкива совершает осевое перемещение  $X_2$  и подпружинен пружиной, которая развивает упругую силу  $F_2$ . Механизмы ПМ и МУ имеют передаточную функцию  $X_1 = \Pi_1(\varphi_0)$ . Положение ведущего и ведомого валов определяется углами  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$ . Вариатор представляет собой неголономную систему с линейной неголономной связью

$$\dot{\varphi}_1 = u \dot{\varphi}_2 \quad (1)$$

где  $u$  – передаточное отношение вариатора, равное  $u = d_2 / d_1$

$d_1, d_2$  – диаметры расположения нейтральной линии ремня на ведущем и ведомом шкивах.

Для получения дифференциальных уравнений движения агрегата с вариатором воспользуемся уравнениями Аппеля, а в качестве обобщенных координат примем углы поворота  $\varphi_2$  и  $\varphi_0$

Перемещение  $X_1$  подвижного ведущего шкива вызывает перемещение  $X_2$  подвижного диска ведомого в результате чего ремень меняет положение на диаметрах шкивов. Диаметры расположения ремня равны

$$\begin{aligned} d_1 &= d_{1\min} + x_1 \operatorname{ctg} \nu \\ d_2 &= d_{2\min} + x_2 \operatorname{ctg} \nu \end{aligned} \quad (2)$$

Где  $2V$  – угол клиновой канавки шкива. Длина ремня  $L$  определяется зависимостью

$$L = 2a_w + 0,5\pi(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a_w} \quad (3)$$

Считая  $L = \text{const}$  и подставляя вместо  $d_1$  и  $d_2$  в зависимость (3) формулы (2) получаем

$$\begin{aligned} X_2 &= \operatorname{tg} \nu \left( d_{1\min} - d_{2\min} - \pi a_w + \sqrt{Z_1 - Z_2 X_1} \right) + X_1 \\ \text{где} \quad Z_1 &= \pi^2 a_w^2 + 4a_w (L - 2a_w - \pi d_{1\min}) \\ Z_2 &= 4\pi a_w \operatorname{ctg} \nu \end{aligned} \quad (4)$$

Выражение (4) является зависимостью, связывающей  $X_1$  и  $X_2$  т.е. является функцией положения  $X_2 = \Pi(X_1)$ . Используя формулы (2) и (4) находим функцию  $u = u(X_1)$

$$U = \frac{d_2}{d_1} = \frac{d_{1\min} + X_1 \operatorname{ctg} \nu - \pi a_w + \sqrt{Z_1 - Z_2 X_1}}{d_{1\min} + X_1 \operatorname{ctg} \nu} \quad (5)$$

Так как  $X_1 = \Pi_1(\varphi_0)$  то будем иметь ( $u = u(\varphi_0)$ );  $X_2 = \Pi(\varphi_0)$

Энергия ускорений рассматриваемого агрегата (рис.1) запишется

$$S = \frac{1}{2} (J_1 \ddot{\varphi}_1^2 + J_2 \ddot{\varphi}_2^2 + J_0 \ddot{\varphi}_0^2 + m_1 \ddot{X}_1^2 + m_2 \ddot{X}_2^2) \quad (6)$$

Используя уравнение (1) имеем

$$\ddot{\varphi}_1 = \ddot{\varphi}_2 u + \dot{\varphi}_2 \dot{X}_1 u' \quad (7)$$

$$\text{где } u' = \frac{\partial u}{\partial X_1}; \quad \dot{X}_1 = \dot{\varphi}_0 \Pi_1'; \quad \Pi_1' = \frac{\partial \Pi_1}{\partial \varphi_0}$$

Аналогичным образом после дифференцирования получаем

$$\ddot{X}_1 = \ddot{\varphi}_0 \Pi_1' + \dot{\varphi}_0^2 \Pi_1'' \quad (8)$$

$$\ddot{X}_2 = \ddot{\varphi}_0 \Pi_1' \Pi' + \dot{\varphi}_0^2 \Pi_1'' \Pi' + \dot{\varphi}_0^2 \Pi'' (\Pi_1')^2 \quad (9)$$

$$\text{где } \Pi' = \frac{\partial \Pi}{\partial X_1}; \quad \Pi'' = \frac{\partial^2 \Pi}{\partial X_1^2}; \quad \Pi_1'' = \frac{\partial^2 \Pi_1}{\partial \varphi_0^2}$$

С учетом выражений (7)...(9) энергия ускорений будет представлена как функция обобщенных ускорений

$$S = f(\ddot{\varphi}_2 : \ddot{\varphi}_0)$$

Обобщенные силы найдем из выражения для виртуальной работы

$$\begin{aligned} \delta W = T_1 \delta \varphi_1 - T_2 \delta \varphi_2 + (T_\delta^0 - T_c^0) \delta \varphi_0 - (Q_1 \delta X_1 + Q_2 \delta X_2) = (T_1 U - T_2) \delta \varphi_2 + (T_\delta^0 - T_c^0) \delta \varphi_0 - \\ - (Q_1 \Pi_1' + Q_2 \Pi_1' \Pi_1') \delta \varphi_0 = Q_{\varphi_2} \delta \varphi_2 + Q_{\varphi_0} \delta \varphi_0 \end{aligned} \quad (10)$$

где  $\delta \varphi_1$ ;  $\delta \varphi_2$ ;  $\delta \varphi_0$ ;  $\delta X_1$ ;  $\delta X_2$  – виртуальные перемещения.  $Q_1$  и  $Q_2$  – распорные усилия ремня на шкивах. Приравнявая члены при одинаковых виртуальных перемещениях в выражении (10), находим обобщенные силы, соответствующее выбранному обобщенным координатам

$$\begin{aligned} Q_{\varphi_2} = T_1 u - T_2 \\ Q_{\varphi_0} = T_\delta^0 - T_c^0 - (Q_1 + Q_2 \Pi_1') \Pi_1' \end{aligned} \quad (11)$$

Пружина ведомого шкива работает на сжатие и равна

$$F_2 = C_2 (\lambda_2^0 - X_2) \quad (12)$$

где  $C_2, \lambda_2^0$  – жесткость и предварительная деформация пружины ведомого шкива.

Потенциальная энергия пружины представится

$$\Pi_n = \frac{1}{2} c_2 (\lambda_2^0 - X_2)^2 \quad (13)$$

Уравнения Лагранжа для рассматриваемого случая запишутся

$$\frac{\partial S}{\partial \ddot{q}_i} = Q_{q_i} - \frac{\partial \Pi_\pi}{\partial q_i} \quad (14)$$

где  $q_1 = \varphi_2$ ;  $q_2 = \varphi_0$

На основе уравнений (14) и представленных выше выражений после преобразований получим дифференциальные уравнения движения рассматриваемого агрегата

$$\begin{aligned} \ddot{\varphi}_2 (J_2 + J_1 u^2) + J_1 \dot{\varphi}_2 \dot{\varphi}_0 U \Pi_1' = T_1 u - T_2; \\ \ddot{\varphi}_0 [J_0 + m_1 (\Pi_1')^2 + m_2 (\Pi_1' \Pi_1')^2] + \dot{\varphi}_0^2 [m_1 \Pi_1' \Pi_1'' + m_2 \Pi_1'' (\Pi_1')^2 \Pi_1' + m_2 \Pi_1'' (\Pi_1')^3 \Pi_1'] - \\ C_2 (\lambda_2^0 - \Pi) \Pi_1' \Pi_1' = T_\delta^0 - T_c^0 - (Q_1 + Q_2 \Pi_1') \Pi_1' \end{aligned} \quad (15)$$

Уравнения (15) учитывают особенности механизма управления вариатором через функцию положения  $\Pi_1$ , движущий момент  $T_\delta^0$  управляющего двигателя, усилие  $F_2$  пружины ведомого шкива, инерционные параметры механизма управления и законы изменения  $Q_1$  и  $Q_2$  на динамику системы агрегата, что не отражено в работах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пронин, Б.А., Ревков, Г.А. Бесступенчатые клиноременные и фрикционные передачи. – М. : Машиностроение, 1980. – 320 с.
2. Кухтенко, А.И. Об одном классе механизмов с неголономными связями. – Труды института машиноведения. – 1955. Т. – Вып 58. – С.
3. Иванченко, Ф.К., Ахмаджанов, Х.М., Красношапка, В.А. Вопросы динамики привода с вариатором при учете упругости звеньев. Вестник Киевского политехн. Института. Сер. Машиностроение. – 1975. – №12. – С. 23-29.

4. Ахмаджанов, Х.М. Вопросы динамики вариаторов в пусковом режиме. Вестник Киевского политехн. Института. Сер. Машиностроение. – 1975. – №12. – С. 29-35.
5. Набиев, М.Б. Исследование динамики разгона агрегата с клиноременным вариатором // Математическое и численное моделирование процессов тепло- и массообмена в многофазных средах: Тез. докл. регион. научн. конф. – Бухара, 2001. – С. 62.
6. Набиев, М.Б., Бахадиров, Г.А. Анализ переходных режимов клиноременных вариаторов // Узбекский журнал. Проблемы механики. – Ташкент. – 2004. – № 5-6. – С. 49-53.

*Материал поступил в редакцию 22.03.14.*

## CONTROL DYNAMICS OF V-BELT VARIATOR

**M.B. Nabiyeu**, Candidate of Technical Sciences, Senior Teacher  
Bukhara Engineering-Technological Institute, Uzbekistan

**Abstract.** *V-belt variators are widely used in drives of many cars of various industries [1]. In work [2] for the first time the dynamics of the unit with a variator as systems with nonholonomic constraint disregarding features of a v-belt variator and its mechanism of controlling is considered. In works [3,4] the dynamics of the unit with a variator for the purpose of definition of dynamic loadings in unit system at management is considered and also feature of a v-belt variator and its control system isn't considered. Therefore, it is advisable to study dynamics of the unit with a v-belt variator taking into account its features and the management mechanism, to reveal influence of parameters of a variator, unit and control system on dynamic behavior of the unit.*

**Keywords:** *management mechanism, the transmission gear, mobile disk, spring, control engine.*

УДК 541.118; 546.8

## ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ Si – O – C

А.Х. Нурумгалиев<sup>1</sup>, Ф.Ж. Беккулина<sup>2</sup>, А.К. Жанкина<sup>3</sup>

<sup>1</sup> доктор технических наук, профессор, руководитель лаборатории, <sup>2</sup> магистр естественных наук, инженер высшей категории, <sup>3</sup> магистрант

РГП на ПХВ «Карагандинский государственный индустриальный университет» (Темиртау), Казахстан

**Аннотация.** На основе программного комплекса ПК «Терра» проведено полное термодинамическое моделирование фазовых равновесий по тройной диаграмме Si-O-C в температурном интервале 1573-2173 К и  $P = 0,1$  МПа. А также в статье приведены результаты полного термодинамического анализа (ПТА) высокотемпературных процессов в системе Si - O - C. Результаты моделирования показало, что процесс восстановления кремнезема складывается в основном из двух стадий: первая стадия – образования карбида кремния; вторая стадия – восстановление SiO<sub>2</sub> и SiO карбидом кремния.

**Ключевые слова:** термодинамическое моделирование, высокотемпературный процесс, фазовое равновесие, карбид кремния.

Ранее в работе [1-3] было показано, что при использовании метода полного термодинамического анализа (ПТА) с дополнением его термодинамически-диаграммным методом построения концентрационных треугольников Гиббса возможно построение диаграмм фазовых равновесий в тройных системах типа Me-O-C. Эффективность этого метода была проиллюстрирована на примерах систем Fe-O-C, Ge-O-C, являющихся базовыми при комплексной переработке глинозем и германийсодержащих железных руд Казахстана. Система Si - O - C играет важную роль в производстве кремнистых сплавов.

На основе программного комплекса ПК «Терра» (с дополнением его термодинамически-диаграммным методом построения концентрационных треугольников «Triangle») проведены полное термодинамическое моделирование (ПТМ) фазовых равновесий по тройной диаграмме Si – O – C. Верхний предел температуры ограничивался температурой плавления рабочих тел, нижний – температурой начала взаимодействия.  $P=0,1$  МПа. В основе ПК заложен метод полного термодинамического анализа (ПТА), основанный на принципе максимума энтропии и учитывающий все известные свойства реагирующих компонентов составляющих термодинамическую систему.

Составы рабочих тел приведены в таблице 1.

Таблица 1

Составы рабочих тел диаграммы Si – O – C

№	Содержание компонентов, %			Отношение O/C
	Si	O	C	
1	10	10	80	0,125
2	20	70	10	7
3	10	60	30	2
4	42	48	10	4,8
5	20	50	30	1,67
6	70	20	10	2
7	20	40	40	1
8	40	30	30	1
9	70	10	20	0,5
10	50	10	40	0,25
11	10	40	50	0,8
12	24,5	55,5	20	2,78
13	38	45	17	2,65
14	32	38	30	1,27
15	28,5	33,5	38	0,88
16	80	12	8	1,5
17	61	22	17	1,29
18	56	32	12	2,67
19	95	2,5	2,5	1
20	20	20	60	0,33
21	10	80	10	8

На сторонах диаграммы (Рисунок 1а и 1б) обозначены составы стабильных фаз. На стороне Si – O существуют две фазы: SiO и SiO<sub>2</sub>, на стороне O – C: CO и CO<sub>2</sub>, на стороне Si – C: Si<sub>2</sub>C, SiC.

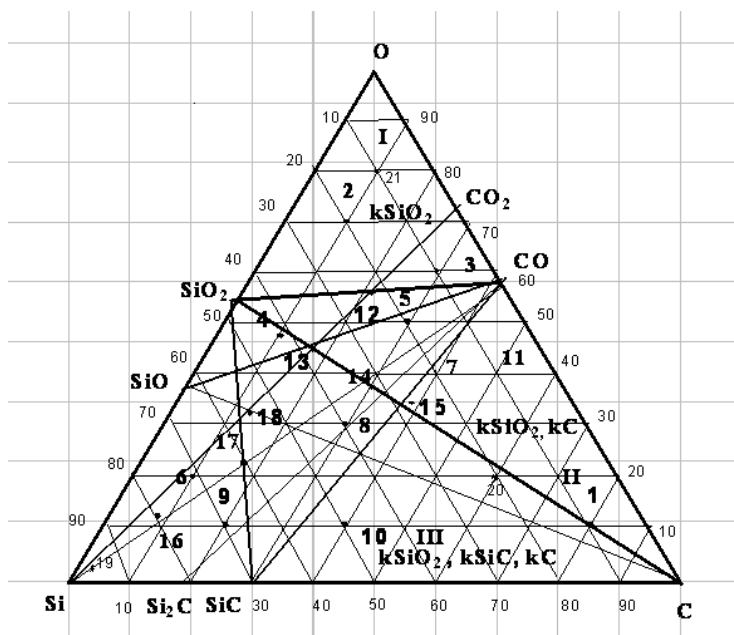


Рис. 1а. Диаграмма системы Si – O – C в температурном интервале 1573-1773 К

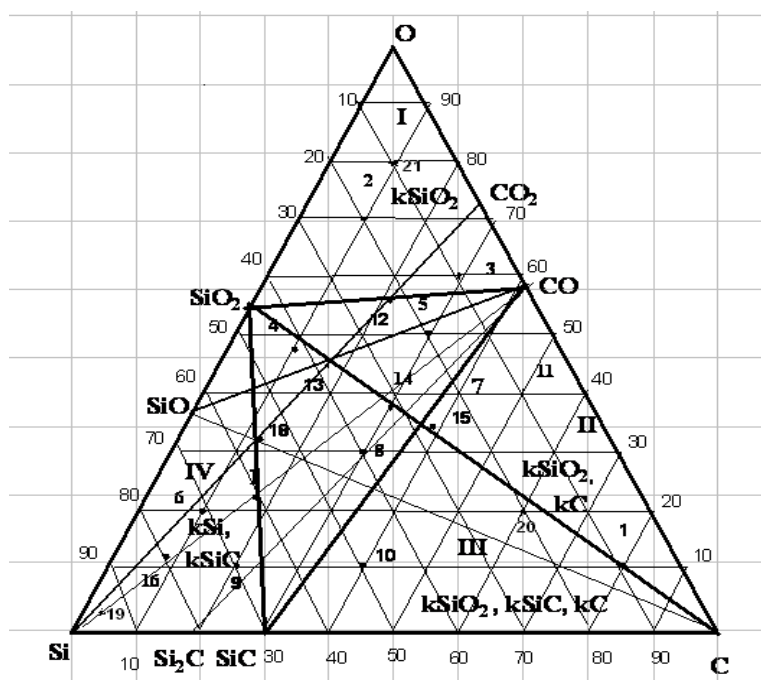


Рис. 1б. Диаграмма системы Si – O – C в температурном интервале 1873-2173 К

Для расчетов созданы рабочие тела, составы которых на диаграмме Si – O – C отмечены точками, располагающих на линиях, соединяющих следующие фазы (Таблица 2а, 2б):

Таблица 2а

Состав фаз системы Si – O – C при температуре 1573-1773 К

Область	Фазы	Номера составов
$\Delta$ SiO <sub>2</sub> – O – CO	к SiO <sub>2</sub>	т 2, 3, 12, 21
$\Delta$ SiO <sub>2</sub> – CO – C	к SiO <sub>2</sub> , кC	т 4, 5, 7, 11, 13
$\Delta$ SiO <sub>2</sub> – C – Si	к SiO <sub>2</sub> , к SiC, кC	т 1, 6, 8, 9, 10, 19, 20

Таблица 2б

## Состав фаз системы Si – O – C при температуре 1873-2173 К

Область	Фазы	Номера составов
$\Delta \text{SiO}_2 - \text{O} - \text{CO}$	$\kappa \text{SiO}_2$	т 2, 3, 12, 21
$\Delta \text{SiO}_2 - \text{CO} - \text{C}$	$\kappa \text{SiO}_2, \kappa \text{C}$	т 7, 11, 13, 15
$\Delta \text{SiO}_2 - \text{CO} - \text{SiC}$	$\kappa \text{SiO}_2, \kappa \text{SiC}, \kappa \text{C}$	т 4, 5, 8, 14, 20
$\Delta \text{SiO}_2 - \text{C} - \text{Si}$	$\kappa \text{Si}, \kappa \text{SiC}$	т 6, 9, 16, 17, 19

На основе результатов расчетов были выявлены оптимальные составы точек с максимальным содержанием конденсированного кремния.

Анализ результатов расчета равновесных параметров для составов с максимальным содержанием кремния, располагающихся на области  $\text{SiO}_2 - \text{C} - \text{Si}$ , представленные в таблице 2а и 2б, показывает, что в состоянии равновесия находятся фазы  $\kappa \text{Si}$ ,  $\kappa \text{SiC}$ .

Результаты графиков полного термодинамического анализа (ПТА) в температурном интервале  $T=1573 - 2573 \text{ K}$ , приведено на рисунке 2.

Таблица 3

## Состав равновесных фаз

Фаза, моль/кг	Температура, К										
	2573	2473	2373	2273	2173	2073	1973	1873	1773	1673	1573
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
т. 6 Si = 70 C = 20 O = 10											
CO	5,9449	7,2093	8,3031	8,308	8,2897	-	-	-	-	-	-
SiO	6,5549	5,2907	4,197	4,1922	4,2105	-	-	-	-	-	-
$\kappa \text{Si}$	20,523	20,64	20,671	18,504	15,983	10,348	10,348	10,348	10,348	10,348	10,348
$\kappa \text{SiC}$	-	-	0,0143	1,1139	2,3799	8,3257	8,3257	8,3257	8,3257	8,3257	8,3257
$\kappa \text{SiO}_2$	-	-	-	-	-	6,2502	6,2502	6,2502	6,2502	6,2502	6,2502
т. 16 Si = 80 C = 12 O = 8											
$\kappa \text{Si}$	26,106	25,315	24,267	22,967	21,455	18,073	18,073	18,073	18,073	18,073	18,073
$\kappa \text{SiC}$	0,6691	1,1254	1,6738	2,3335	3,0931	6,6606	6,6606	6,6606	6,6606	6,6606	6,6606
$\kappa \text{SiO}_2$	-	-	-	-	-	3,7501	3,7501	3,7501	3,7501	3,7501	3,7501
т. 19 Si = 95 C = 2,5 O = 2,5											
$\kappa \text{Si}$	32,635	32,471	32,252	31,982	31,666	30,962	30,962	30,962	30,962	30,962	30,962
$\kappa \text{SiC}$	0,8332	0,9282	1,0425	1,1799	1,3382	2,0814	2,0814	2,0814	2,0814	2,0814	2,0814
$\kappa \text{SiO}_2$	-	-	-	-	-	0,7813	0,7813	0,7813	0,7813	0,7813	0,7813

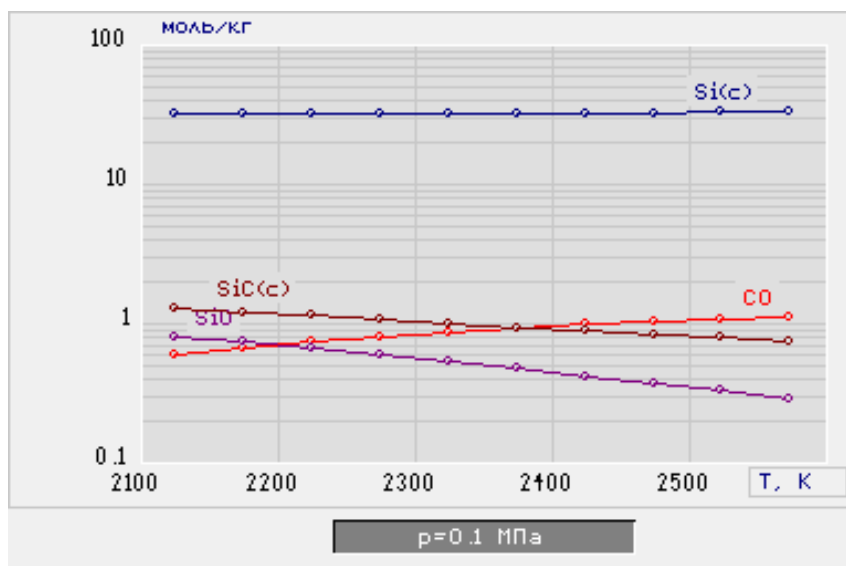


Рис. 2. График системы Si – O – C в температурном интервале 2123-2573 К для точки 19

С помощью программы «Triangle» на рисунке 5 приведено диаграмма максимального содержания конденсированного кремния рассчитанное в термодинамически-диаграммным методом построения концентрационных треугольников.



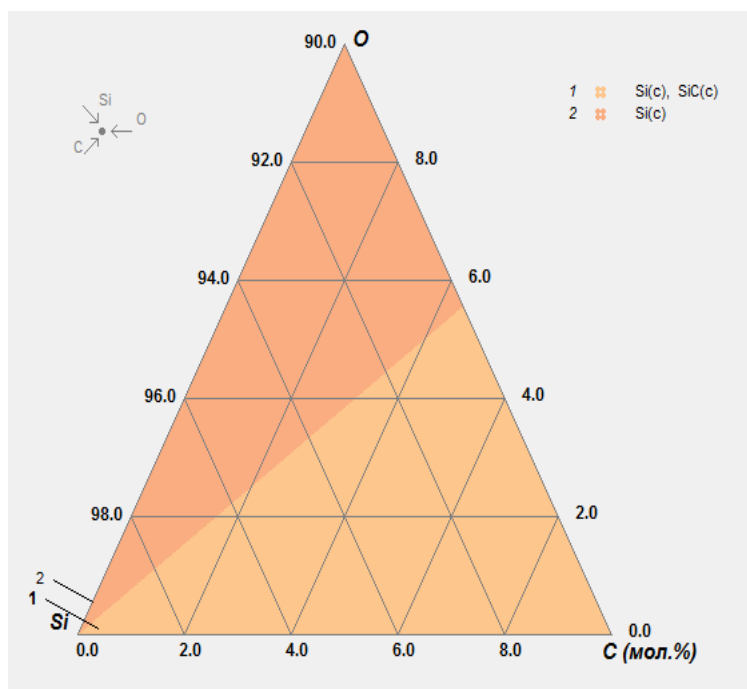
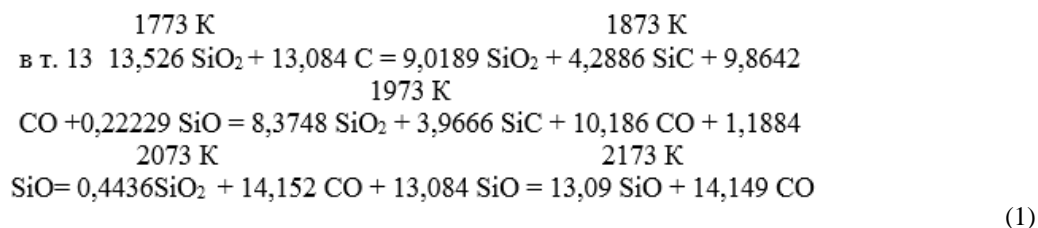


Рис. 3. Диаграмма системы Si – O – C при температуре 2573К для точки 19

Также как видно из приведенных данных в области  $\text{SiO}_2 - \text{O} - \text{CO}$  основной и единственной конденсированной фазой является  $k\text{SiO}_2$ , следовательно, в этой области между существующими фазами взаимодействия не наблюдается, и область является монофазной. Остальные области являются изофазными. Остальные области являются изофазными. Исходя из результатов ПТА, запишем реакции взаимодействия исходных фаз во всем диапазоне температур.

Состав рабочего тела точки 13 находится на пересечении линий  $\text{SiO}_2 - \text{C}$  с линиями  $\text{Si} - \text{CO}_2$  и  $\text{SiO} - \text{CO}$ . Так как фазы  $\text{Si}$  и  $\text{CO}_2$  являются несоответствующими, то продуктом взаимодействия могут быть только фазы  $\text{SiO}$  и  $\text{CO}$ . Это и подтверждается термодинамическим анализом. С другой стороны, реакция 1 является типичной реакцией твердофазного взаимодействия, так как при  $T = 1573 - 1773$  К вообще отсутствует газовая фаза. Газовая фаза в виде  $\text{SiO}$  и  $\text{CO}$  появляется как продукт взаимодействия в интервале 1773-1873 К.

Запишем эту реакцию с материальными характеристиками для каждой температуры:

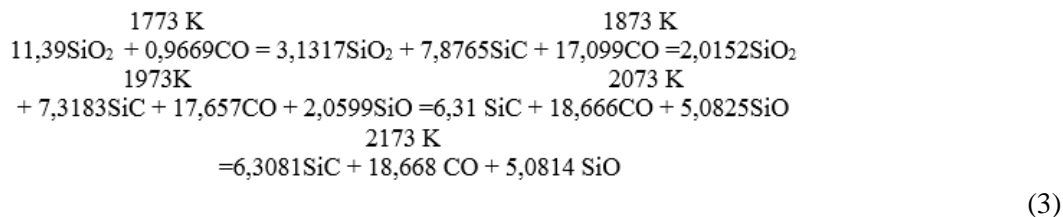


Из этого следует, что в результате акта химического взаимодействия при  $T > 1773$  К на первом этапе образовался карбид кремния и  $\text{CO}$ . При дальнейшем повышении температуры роль восстановителя играет карбид кремния  $\text{SiC}$ , так как его количество с увеличением температуры уменьшается. Таким образом, для реакции основным восстановителем в процессе взаимодействия является углерод карбида кремния. Реакция полностью соответствует условиям термодинамического и фазового равновесия.

Состав рабочего тела точки 14 находится на пересечении линий  $\text{SiO}_2 - \text{C}$  и  $\text{Si} - \text{CO}$ . в соответствии с этим реакция 2 должна иметь следующий вид:

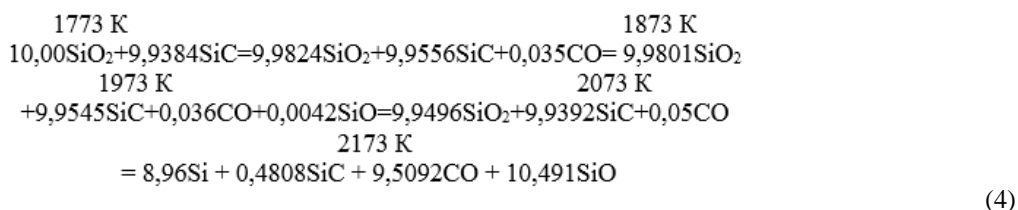


По составу эта реакция соответствует условиям термодинамического равновесия, но не соответствует условиям фазового равновесия, так как располагаются в области образования фазы  $\text{SiC}$ . Следовательно, реакция 2 является некорректной. Запишем эту реакцию 3 с указанием материальных характеристик для каждой температуры:



В такой форме реакция 3 соответствует условиям термодинамического и фазового равновесия. Необходимо отметить, что практически для всех составов при  $T = 2073\text{--}2173 \text{ K}$  парциальное давление  $\text{SiO}$  не изменяется. Степень перехода  $\text{Si}$  в газовую фазу для реакции 3 составила 50%. Основным восстановителем является карбид кремния.

Состав рабочего тела точки 18 находится на пересечении линий  $\text{SiO}_2 - \text{SiC}$  с линиями  $\text{Si} - \text{CO}_2$  и  $\text{SiO} - \text{C}$  запишем эту реакцию 4 по результатам ПТА.



Исходя, из механизма последовательного взаимодействия образующихся фаз, единственным восстановителем и в этом случае является карбид кремния.

Реакция 4 также соответствует условиям термодинамического и фазового равновесия и является твердофазной. Для составов в т. 17 на пересечении линий  $\text{SiO}_2 - \text{SiC}$ ,  $\text{SiO} - \text{SiC}$  с линией  $\text{Si} - \text{CO}$  степень образования  $\text{Si}$  составляет 55 и 66,25 % соответственно, а количество кремния в виде  $\text{SiO} - 22,5$  и 16,85 %.

Вследствие этого, металлический кремний образуется только в области  $\Delta\text{Si} - \text{SiO}_2 - \text{SiC}$ .

Таким образом, анализ результатов ПТА и приведенных на их основе реакций показывает, что процесс восстановления кремнезема складывается в основном из двух стадий:

- первая стадия – образования карбида кремния
- вторая стадия – восстановление  $\text{SiO}_2$  и  $\text{SiO}$  карбидом кремния.

Продуктами взаимодействия в выбранном температурном интервале, зависимости от состава рабочего тела могут быть фазы:  $\text{SiC}$ ,  $\text{Si}$ ,  $\text{SiO}$  и их различные соотношения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Симбинов, Р.Д., Малышев, В.П. Термодинамическое стехиометрическое и эксергетическое моделирование фазовых равновесий. – Алматы : Гылым, 1999. – 100 с.
2. Симбинов, Р.Д. Термодинамическое и стехиометрическое моделирование фазовых превращений в системе  $\text{Fe} - \text{O} - \text{C}$ // Доклады НАН РК. – Алматы. – 2002. – № 1. – с. 42-50.
3. Симбинов, Р.Д. Термодинамическое моделирование высокотемпературных процессов в системе  $\text{Ge-O-C}$ // Известия МОН РК, НАН РК. Серия хим. – Алматы. – 2002. – № 1. – с. 87-91.

Материал поступил в редакцию 27.03.14.

#### THERMODYNAMIC MODELLING OF HIGH-TEMPERATURE PROCESSES IN SYSTEM $\text{Si} - \text{O} - \text{C}$

A.Kh. Nurumgaliyev<sup>1</sup>, F.Zh. Bekkulina<sup>2</sup>, A.K. Zhankina<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Doctor of Engineering, Professor, Laboratory Chief, <sup>2</sup> Master of Natural Sciences, Top Engineer,

<sup>3</sup> Candidate for a Master's Degree

RGP at PHV of the Karaganda State Industrial University (Temirtau) Kazakhstan

**Abstract.** On the basis of the PC Terra program complex the full thermodynamic modeling of phase of balance according to the threefold chart  $\text{Si-O-C}$  in a temperature interval of 1573-2173 K and  $P = 0,1 \text{ mPa}$  is carried out. In addition, the results of the full thermodynamic analysis (FTA) of high-temperature processes in system  $\text{Si} - \text{O} - \text{C}$  are given in the article. Results of modeling showed that process of restoration of silicon dioxide consists generally of two stages: the first stage – formation of silicon carbide; the second stage –  $\text{SiO}_2$  and  $\text{SiO}$  restoration by silicon carbide.

**Keywords:** thermodynamic modeling, high-temperature process, phase balance, silicon carbide.

УДК 66.015.23.05

## РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ МАССООТДАЧИ В ГАЗОВОЙ И ЖИДКОЙ ФАЗАХ В АППАРАТЕ С ВРАЩАЮЩИМИСЯ ПОТОКАМИ

Г.Э. Орымбетова<sup>1</sup>, Д.С. Сабырханов<sup>2</sup>, Э.М. Орымбетов<sup>3</sup><sup>1</sup> кандидат технических наук, старший преподаватель, <sup>2</sup> доктор технических наук, профессор, <sup>3</sup> кандидат технических наук, доцент

Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова (Шымкент), Казахстан

**Аннотация.** В данной работе определены массообменные характеристики в газовой и жидкой фазах при различных режимных и конструктивных параметрах контактного устройства. Для анализа процессов массоотдачи в газовой и жидкой фазах использована модель обновления поверхности. На основе этой модели получены теоретические уравнения для расчета коэффициентов массоотдачи.

**Ключевые слова:** массообмен, аппарат с вращающимися потоками, газовая и жидкая фазы, тепло-массообменный аппарат, турбулизация, закрученный поток, коэффициент массоотдачи.

Тепломассообменные аппараты с вращающимися потоками используются в технологических линиях различных процессов [1,2]. В таких аппаратах потоки газа и жидкости закручиваются с помощью завихрителей, что дает возможность использования центробежных сил для диспергирования и сепарации жидкости, и достижения ее равномерного распределения в объеме аппарата. При этом потоки газа и жидкости интенсивно турбулизуются и, соответственно, увеличивается эффективность массообмена. Нами предложен новый аппарат с вращающимися потоками (АВП), содержащий спиральную ленту в виде шнека с подъемом в направлении к периферии и с отверстиями, кромки которых отогнуты вниз и через них пропущены завихрители [3].

В работе [4] изучено дробление капель в центробежном поле. Для расчета диаметра образовавшихся капель предложена следующая критериальная зависимость:

$$We = 7,7Bo^{0,21} \Gamma^{-0,46} T^{-0,4}, \quad (1)$$

где  $We = \frac{\rho_k \bar{u} \cdot d_k}{\sigma}$  – число Вебера;  $Bo = \frac{(\rho_k - \rho_g) \cdot \omega^2 \cdot R \cdot d_k^2}{\sigma}$  – число Бонда;

$\Gamma_k = \frac{\rho_g \cdot \bar{u} \cdot \omega \cdot d_k^2}{\sigma}$  – безразмерный параметр, учитывающий влияние гравитационных и центробежных сил

на взаимодействие жидкости;  $T = \frac{\rho_k}{\rho_g}$  – безразмерное отношение плотностей.

Из этой зависимости диаметр капель в закрученном потоке для инженерных расчетов можно определить по выражению:

$$d_k = 3,25 \frac{(\rho_k - \rho_g)^{0,14} \cdot R^{0,14} \cdot \sigma^{0,83}}{\rho_k^{0,27} \cdot \rho_g^{0,71} \bar{u}^{1,67}}. \quad (2)$$

Для анализа процессов массоотдачи со стороны газовой и жидкой фаз в контактной зоне аппарата с вращающимися потоками принимаем модель обновления поверхности. Сравнение экспериментальных значений коэффициентов массопередачи, при лимитирующем сопротивлении газовой фазы, с расчетными значениями показало, что в этом случае для расчета коэффициентов массопередачи может с успехом применяться формула Хигби [5]

$$\beta_g = 2 \sqrt{\frac{D_g}{\pi \cdot t_0}}, \quad (3)$$

где  $D_g$  – коэффициент диффузии в газовой фазе, м<sup>2</sup>/с;  $t_0$  – время, в течение которого капля переместится на расстояние, равное ее диаметру, т.е.

$$t_0 = \frac{d_k}{\bar{u}}. \quad (4)$$

Подставляя выражение для  $t_0$  в формулу (3), получим

$$\beta_z = \sqrt{\frac{4D_z \cdot \bar{u}}{\pi \cdot d_k}}. \quad (5)$$

Для определения коэффициента массопередачи при лимитирующем сопротивлении жидкой фазы обычно используют формулу Данквертса [5]

$$\beta_{жс} = \sqrt{D_{жс} \cdot S}, \quad (6)$$

где  $D_{жс}$  – коэффициент диффузии в жидкой фазе, м<sup>2</sup>/с;  $S$  – скорость обновления поверхности контакта фаз, с<sup>-1</sup>.

Скорость обновления поверхности контакта фаз  $S$  можно определить на основе характеристик турбулентного движения [2]. Тогда

$$S \approx \frac{\sqrt{\overline{u'v'}}}{L}, \quad (7)$$

где  $\sqrt{\overline{u'v'}}$  – средняя пульсационная скорость, м/с;  $L$  – масштаб турбулентности, м.

В нашем случае масштаб турбулентности  $L \approx d_k$ . Пульсациям масштаба  $L$  соответствует средняя пульсационная скорость

$$\sqrt{\overline{u'v'}} \approx \sqrt[3]{\varepsilon \cdot L}, \quad (8)$$

где  $\varepsilon$  – скорость диссипации турбулентных пульсации, Вт/кг.

Подставляя уравнения (8) в (7) получаем

$$S \approx \frac{\varepsilon^{1/3}}{L^{2/3}}, \quad (9)$$

или для контактной зоны АВП

$$S \approx \frac{\varepsilon^{1/3}}{d_k^{2/3}}, \quad (10)$$

Энергию диссипации турбулентных пульсаций газового потока определяем по выражению

$$\varepsilon = \frac{N_z}{V_{жс} \cdot \rho_z}, \quad (11)$$

где  $N_z$  – мощность газового потока, затраченная на закрутку жидкости в контактной зоне АВП;  $V_{жс}$  – объем жидкости, вовлекающийся во вращательное движение.

Значительный вклад в процесс массопереноса в АВП вносит вращательное движение газожидкостных потоков и турбулентные пульсации, создаваемые при этом. Мощность газового потока, затраченная на закрутку жидкости в контактной зоне АВП можно выразить следующим выражением:

$$N_z = \xi_{op} \cdot P_u \cdot \bar{u}, \quad (12)$$

где  $\xi_{op}$  – коэффициент сопротивления орошаемой контактной зоны АВП;  $P_u = m_{жс} \cdot \omega^2 \cdot R$  – центробежная сила вращающейся жидкости;  $\omega \approx \frac{\bar{u}}{R}$  – угловая скорость вращения жидкости;  $\bar{u}$  – средняя тангенциальная скорость в контактной зоне;  $m_{жс}$  – масса жидкости в контактной зоне;  $R$  – радиус закрутки винтового канала.

Учитывая выражение для угловой скорости вращения жидкости, центробежную силу определяем по уравнению:

$$P_u = m_{жс} \frac{\bar{u}^2}{R}. \quad (13)$$

Распределение тангенциальной составляющей скорости в контактной зоне АВП в первом приближении может быть описано зависимостью вида [6]:

$$ur^{0,62} = 0,44$$

где  $r$  – безразмерный радиус винтового канала, отнесенный к эквивалентному диаметру винтового канала  $d_{\text{экв}}$ .

Тогда средняя тангенциальная скорость газового потока в контактной зоне

$$\bar{u} = \frac{1}{r_2 - r_1} \int_{r_1}^{r_2} u dr = \frac{0,44}{r_2 - r_1} u_f \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r^{0,62}} \quad (14)$$

откуда

$$\bar{u} = 1,16 \cdot u_f \frac{r_2^{0,38} - r_1^{0,38}}{r_2 - r_1}, \quad (15)$$

где  $u_f$  – средняя скорость газа в винтовом канале;  $r_1$  и  $r_2$  – безразмерные наружный и внутренний радиусы стенок винтового канала.

Аппроксимируем соотношение безразмерных радиусов степенным полиномом

$$\frac{r_2^{0,38} - r_1^{0,38}}{r_2 - r_1} = (r_2 + r_1)^{-1,6}. \quad (16)$$

Сумму радиусов можно заменить радиусом кривизны винтового канала и переходим к реальным размерам, тогда

$$(r_2 + r_1)^{-1,6} = \left( \frac{2R}{d_{\text{экв}}} \right)^{-1,6}. \quad (17)$$

Подставляя выражение (17) в (15) среднюю тангенциальную скорость в винтовом канале определяем по формуле

$$\bar{u} = 1,16 \cdot u_f \left( \frac{2R}{d_{\text{экв}}} \right)^{-1,6}. \quad (18)$$

С учетом уравнений (13) и (18) энергию диссипации турбулентных пульсаций определяем по выражению

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_{\text{оп}} \rho_{\text{ж}} \cdot 1,16 u_f \cdot \left( \frac{2R}{d_{\text{экв}}} \right)^{-1,6}}{R \cdot \rho_z}. \quad (19)$$

Средний коэффициент массоотдачи в контактной зоне АВП определяем по формуле:

– при лимитирующем сопротивлении газовой фазы

$$\beta_z = \sqrt{\frac{4D_z}{\pi} \cdot \frac{1,16 u_f^{2,67}}{3,25} \cdot \left( \frac{2R}{d_{\text{экв}}} \right)^{-4,3} \cdot \frac{\rho_z^{0,71} \rho_{\text{ж}}^{0,27}}{(\rho_{\text{ж}} - \rho_z)^{0,14} R^{0,14} \sigma^{0,83}}}. \quad (20)$$

– при лимитирующем сопротивлении в жидкой фазе

$$\beta_{жс} = \sqrt[3]{\frac{D_{жс} \left[ \frac{\varepsilon_{оп} \rho_{жс} \left[ 1,16 u_f \left( 2 \frac{R}{d_{экс}} \right)^{-1,6} \right]^{6,33}}{R \rho_2} \right]^{1/3}}{\left[ 3,25 \frac{(\rho_{жс} - \rho_2)^{0,14} R^{0,14} \sigma^{0,83}}{\rho_{жс}^{0,27} \rho_2^{0,71}} \right]^{2/3}}}. \quad (21)$$

Учитывая, что  $\rho_{жс} \gg \rho_2$  и вводя диффузионные критерии подобия по следующим формулам

$$Nu'_2 = \frac{\beta_2 \cdot d_{экс}}{D_2} \text{ – диффузионный критерий Нуссельта в газовой фазе;}$$

$$Nu'_{жс} = \frac{\beta_{жс} \cdot d_{экс}}{D_{жс}} \text{ – диффузионный критерий Нуссельта в жидкой фазе;}$$

$$Eu = \frac{\Delta P_{оп}}{\rho \cdot u_f^2} = 2\varepsilon_{оп} \text{ – критерий Эйлера;}$$

$$We = \frac{\rho_2 \cdot u_f^2 \cdot d_{экс}}{\sigma} \text{ – критерий Вебера;}$$

$$Pe'_2 = \frac{u_f \cdot d_{экс}}{D_2} \text{ – диффузионный критерий Пекле в газовой фазе;}$$

$$Pe'_{жс} = \frac{u_f \cdot d_{экс}}{D_{жс}} \text{ – диффузионный критерий Пекле в жидкой фазе.}$$

зависимости (20) и (21) запишем в следующем виде:

для расчета коэффициента массоотдачи в газовой фазе

$$\frac{\beta_2 \cdot d_{экс}}{D_2} = 0,173 \cdot \left( \frac{\rho_2 u_f^2 d_{экс}}{\sigma_k} \right)^{0,41} \cdot \left( \frac{u_f d_{экс}}{D_2} \right)^{0,50} \cdot \left( \frac{R}{d_{экс}} \right)^{-2,2} \cdot \left( \frac{\rho_2}{\rho_{жс}} \right)^{-0,06} \quad (22)$$

или в критериальной форме

$$Nu'_2 = 0,173 \cdot We^{0,41} \cdot Pe^{0,5} \left( \frac{R}{d_{экс}} \right)^{-2,2} \cdot \left( \frac{\rho_2}{\rho_{жс}} \right)^{-0,06} \quad (23)$$

для расчета коэффициента массоотдачи в жидкой фазе

$$\frac{\beta'_{жс} \cdot d_{экс}}{D_{жс}} = 0,216 \cdot \left( \frac{\rho_2 u_f^2 d_{экс}}{\sigma_k} \right)^{0,28} \cdot (2\varepsilon_{оп})^{0,17} \cdot \left( \frac{u_f d_{экс}}{D_{жс}} \right)^{0,50} \cdot \left( \frac{R}{d_{экс}} \right)^{-1,91} \cdot \left( \frac{\rho_{жс}}{\rho_2} \right)^{0,21} \quad (24)$$

или в критериальной форме

$$Nu'_{жс} = 0,216 \cdot We^{0,28} \cdot Eu^{0,17} Pe^{0,5} \left( \frac{R}{d_{экс}} \right)^{-1,91} \cdot \left( \frac{\rho_{жс}}{\rho_2} \right)^{0,21} \quad (25)$$

Таким образом, получены критериальные уравнения для расчета коэффициентов массоотдачи в газовой и жидкой фазах в контактной зоне АВП.

Проведены экспериментальные исследования процессов массоотдачи в жидкой фазе на примере десорбции углекислого газа из водных растворов, в газовой фазе на примере адиабатического испарения воды в воздух. Эксперименты по исследованию массообменных характеристик АВП были проведены при следующих диапазонах изменения режимных и конструктивных параметров: скорость газового потока в винтовом сечении канала  $u_f=2\div 10$  м/с; плотность орошения  $L=0\div 30$  м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·ч; высота между ступенями  $s=0,08\div 0,12$  м; диаметр отверстий в спиральной ленте  $d_{от}=0,005\div 0,010$  м; угол подъема спиральной ленты  $\alpha=20^0\div 30^0$ ; шаг проволоки  $t_p=1,5b\div 3b$  (b-ширина скрученной проволоки).

Расхождения экспериментальных данных по массоотдаче в газовой и жидкой фазах от расчетных коэффициентов по уравнениям (23) и (25) составляет не более  $\pm 12\%$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколов, В.Н., Доманский, И.В. Газожидкостные реакторы. – Л. : Машиностроение, 1976. – 216 с.
2. Рамм, В.М. Абсорбция газов. – М., 1976. – 655 с.
3. Орымбетова, Г.Э., Орымбетов, Э.М., Сабырханов, Д.С. А.С. 19547 РК Б.И. – 2008. – № 6. – С. 26-28.
4. Поникаров, С.И. К расчету устойчивого диаметра капель в закрученных потоках // Тез.докл. VIII Всесоюз. конф. по хим.реакторам «Химреактор-8». Т.3. – Шымкент, 1983. – С. 358-363.
5. Броунштейн, Б.И., Щеголев, В.В. Гидродинамика, массо и теплообмен в колонных аппаратах. – Л. : Химия, 1988. – 336 с.
6. Орымбетова, Г.Э., Сабырханов, Д.С., Орымбетов, Э.М. Численные исследования течения потока газа в контактной зоне аппарата с вращающимися потоками //Наука и образование Южного Казахстана. – 2009. – № 6 (79). – С. 93-97.

Материал поступил в редакцию 06.03.14.

#### CALCULATION OF MASS TRANSFER COEFFICIENTS IN GAS AND LIQUID PHASES IN THE DEVICE WITH ROTATING FLOWS

G.E. Orymbetova<sup>1</sup>, D.S. Sabyrkhanov<sup>2</sup>, E.M. Orymbetov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Candidate of Technical Sciences, Senior Teacher, <sup>2</sup> Doctor of Engineering, Professor,

<sup>3</sup> Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

M. Auezov South Kazakhstan State University (Shymkent), Kazakhstan

**Abstract.** The mass-exchanging characteristics in gas and liquid phases at various regime and design data of the contact device are defined in the article. For the analysis of processes mass transfer in gas and liquid phases, the model of surface renewal is used. On the basis of this model the theoretical equations for calculation of mass transfer coefficients are received.

**Keywords:** mass exchange, device with rotating flows, gas and liquid phases, heat mass-exchanging device, turbulence, swirling flow, mass transfer coefficient.

УДК 665.333.5

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ РИСА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РИСОВОГО МАСЛА

Р.С. Ташменов<sup>1</sup>, Г.Э. Орымбетова<sup>2</sup>, Ж.У. Мырхалыков<sup>3</sup>

<sup>1</sup> доктор технических наук, профессор, <sup>2</sup> кандидат технических наук, старший преподаватель,

<sup>3</sup> доктор технических наук, профессор

Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова (Шымкент), Казахстан

**Аннотация.** В данной статье для улучшения дренажных свойств отрубей установлены оптимальные режимы гидротермической обработки сырых рисовых отрубей. Экспериментальным путем определено количество введения в рисовые отруби рисовой лузги или хлопковой шелухи и их влияние на экстрагируемость рисового масла, физико-химические показатели сырого рисового масла, извлеченного из рисовых отрубей.

**Ключевые слова:** рисовые отруби, масло, гидротермическая обработка, лузга, шелуха, вторичные продукты переработки, жмых.

Проблемой утилизации вторичных сырьевых ресурсов зерновых культур в настоящее время является актуальной проблемой. В научно-технической и патентной литературе недостаточно научно обоснованных решений по разработке ресурсосберегающих технологий переработки вторичных сырьевых ресурсов крупяной промышленности.

Представленная работа направлена на разработку научно обоснованных решений, необходимых для реализации комплексной ресурсосберегающей технологии использования вторичных сырьевых ресурсов переработки зерна риса. Поэтому актуальным и необходимым является повышение степени и глубины переработки сырья, комплексное его использование, более полное извлечение из него ценных компонентов.

Мы потребляем достаточно много масел, в первую очередь подсолнечное, хлопковое и соевое, содержащих жирные кислоты семейства омега -6 (олеиновая, линолевая, линоленовая и арахидиновая) [1, 2].

Растительные масла с улучшенным (сбалансированным) составом жирных кислот можно получить в результате переработки рисовых отрубей.

Масло рисовых отрубей обладает высокой фармакологической активностью. Его употребление способствует более эффективному снижению уровня холестерина в плазме крови по сравнению с другими растительными маслами, богатыми линолевой кислотой за счет присутствия в масле гамма-оризанола и его компонентов – тритерпеновых спиртов токотриенолов. Масло рисовых отрубей является природным антиоксидантом, источником витамина Е (токотриенола и токоферола) и комплекса антиоксидантов (гамма-оризанола и сквалена). Эти вещества помогают бороться со свободными радикалами в организме человека и замедляют старение. Рисовое масло рекомендуется для нормализации уровня холестерина крови и предотвращения сердечно-сосудистых заболеваний.

В качестве объекта исследования использовали производственный отход переработки рисового зерна, произрастающие в южных регионах Казахстана. Выход рисовых отрубей составляет 10-12 % от массы риса – сырья.

Нами проведены экспериментальные исследования при четырехкратном шлифовании рисового зерна. При этом образуются четыре фракции рисовых отрубей, содержание сырого масла в которых различно. Наибольшая маслячность отмечается у отрубей первого и второго шлифования – соответственно 17,4 и 16,1 %. Фракции отрубей, полученной на третьей и четвертой стадиях шлифования содержание масла ниже – соответственно 13,8 и 12,5 % (таблица 1).

Следовательно, данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что экономически выгодно извлекать масло из рисовых отрубей первого и второго шлифования, так как при одинаковых затратах можно извлечь больше масла.

Таблица 1

**Изменение маслячности рисовых отрубей по стадиям шлифования**

№ п/п	Стадии обработки риса	Маслячность отрубей, полученной на различных стадиях шлифования, %
1	первой	17,4
2	второй	16,1
3	третьей	13,8
4	четвертой	12,5

Рисовые отруби представляют собой тонкодисперсную систему и извлечь из нее масла без предварительной подготовки невозможно. Для этого необходимо решить две технологические задачи. Во-первых, следует осуществить гидротермическую обработку отрубей, при которой пластичная структура сырья приобретает определенную жесткость и улучшается фильтруемость экстракта за счет коагуляции биополимеров, таких крахмал и белки.

Одновременно гидротермическая обработка на фоне снижения влажности отрубей, приводящая к созданию внутренней пористости, обеспечивает инактивацию ее ферментной системы, в частности таких ферментов как липаза и пероксидаза. Проявления указанных ферментов приводят к быстрой порче качества отрубей вследствие интенсивного гидролиза и окисления содержащегося в отрубях сырого масла.



Во-вторых, следует усилить дренажные свойства отрубей, т.е. свободные пространства между частицами. Это весьма важное обстоятельство, которое обеспечивает интенсивное вытекание масла из частиц наружу.

В исследованиях установлены оптимальные режимы гидротермической обработки сырых рисовых отрубей, предварительно увлажненной до 16-18%, 45-50 мин; температура разогрева отрубей в конце процесса термообработки 105-107 °С; содержание влаги в прожаренной мучке 6-7%.

Известно, что дренажные свойства хлопкового ядра (мятки) повышаются, если перед жарением добавлять в мятку хлопковую шелуху с доведением лужистости до 15-17%. По сравнению с гелевой частью (ядровой) шелуха имеет более жесткую механическую структуру, при которой в процессе жарения частицы мятки сосредотачиваются вокруг частиц шелухи с частичным агрегированием на них. Таким путем при жарении создается каркас жареных отрубей, при котором повышается пористость ее слоя. Аналогичными свойствами может обладать и рисовая лужа, в случае ее добавления в отруби перед гидротермической обработкой.

Исходя из вышеизложенного, мы провели научные исследования по влиянию рисовой лужги и хлопковой шелухи, добавляемых в сырые отруби перед гидротермической обработкой, на экстрагируемость рисового масла. Лужгу или шелуху вводили в сырые отруби в количестве 3-15% от ее массы. Полученную смесь материалов увлажняли до 18%, затем подвергали термообработке в лабораторном сушильном шкафу при 110 °С в течение 45-50 мин с доведением температуры жаренной мучки до 105-107 °С. Из прожаренного материала извлекали сырое масло. Извлеченное сырое масло сначала отстаивали, отфильтровывали, перегоняли растворитель из него под вакуумом и определяли физико-химические показатели и затем подвергали рафинированию по общепринятой методике [3].

На рисунках 1 и 2 изображены кривые, отражающие влияние количества соответственно рисовой лужги и хлопковой шелухи, вводимых в сырые рисовые отруби перед гидротермической обработкой, на изменение масличности жмыхов, получаемых в процессе прессования материалов, претерпевших жарение.

В обоих случаях увеличение количества добавляемых в сырые отруби компонентов приводило к снижению масличности получаемых шротов. Наиболее интенсивно масличность материалов уменьшалась при добавлении рисовой лужги и хлопковой шелухи в интервале изменения этого фактора 6-10%. Последующее увеличение добавляемых для создания дренажа материалов от 10 до 15% оказывало незначительное влияние на глубину извлечения сырого масла. Например, увеличение количества рисовой лужги в указанном интервале привело к уменьшению масличности жмыха всего от 1,7 до 1,1%.

Сравнение результатов исследования, полученных при использовании хлопковой шелухи и рисовой лужги привело нас к выводу о том, что более низкая масличность жмыхов достигается при добавлении к рисовым отрубям хлопковой шелухи.

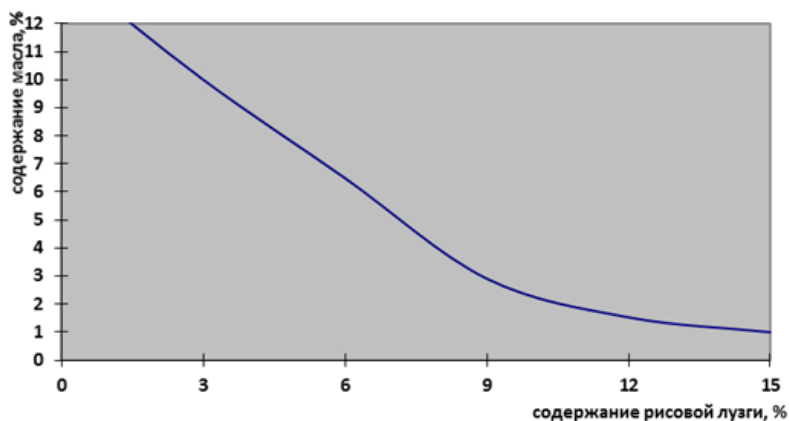


Рисунок 1. Влияние рисовой лужги, добавляемой в мучку, на масличность жмыха

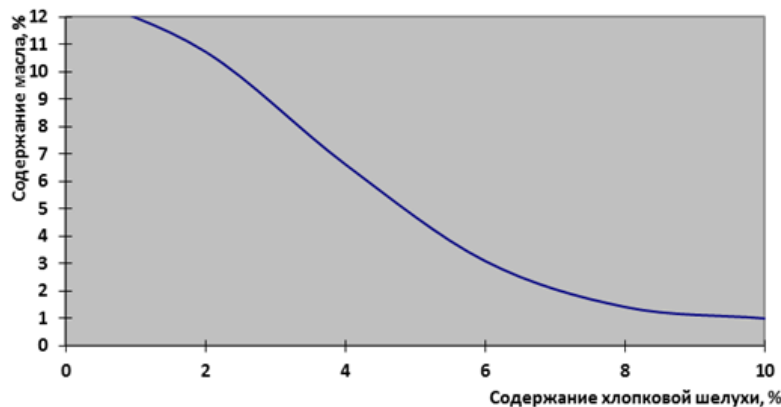


Рисунок 2. Влияние хлопковой шелухи, добавляемой в мучку, на масличность жмыха

Характер изменения кривых позволяет сделать заключение о том, что оптимальное количество добавляемых в рисовые отруби рисовой лузги или хлопковой шелухи составляет 9 и 10%.

В таблицах 2 и 3 представлены некоторые основные физико-химические показатели сырого рисового масла, извлеченного из рисовых отрубей, в состав которой перед жарением введено 10% рисовой лузги.

Таблица 2

**Характеристика сырого рисового масла**

№ пп	Наименование показателей	Численное значение
1	Кислотное число, мг КОН	11,7
2	Цветность в 1 см кювете при 10 желтых, кр. (син.) ед.	3 (12)
3	Содержание влаги и летучих веществ, %	0,48
4	Масличность рисового шрота, %	1,1%

Таблица 3

**Жирнокислотный состав масла из рисовых отрубей**

Показатели, %	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4	Образец №5
Ненасыщенные кислоты:					
Линолевая	34	37,5	36	35,7	37
Олеиновая	39,2	39,5	41	41,5	42
Линоленовая	2,5	2	1,3	1,1	1
Насыщенные кислоты:					
Пальмитиновая	19,5	18,8	19,4	17,6	18
Стеариновая	2,8	2,2	2,2	2,5	2

Установлено:

- кислотное число сырого масла, которое составило 11,7 мг КОН;
- цветное число (цветность) масла в приборе «Ловибонд» – 3 кр. ед. при 12 син. ед.;
- содержание влаги и летучих веществ – 0,48 %.

Таким образом, результаты исследований могут быть использованы при разработке новых ресурсосберегающих технологий в пищевых производствах. В данной работе рисовое масло, полученное в результате переработки рисовых отрубей является полноценным по макро- и микронутриентам продуктом с высокими потребительскими качествами и длительным сроком хранения, который будет пользоваться повышенным спросом населения, что приведет к повышению экономических показателей предприятия в масложировой промышленности в целом.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Лейбович, Р.Е. и др. «Технология производства растительного масла». – М. : «Дрофа», 2010.
2. Сысков, К.И., Королёв, Ю.Г. «Растительное масло». – М. : «Высшая школа», 1999.
3. Лебедева, З.К. Масло из рисовых отрубей, его получение и использование. // ГОСИНТИ. – М., 1958.

Материал поступил в редакцию 14.03.14.

**USE OF AFTERPRODUCTS OF PROCESSING OF RICE TO GIVE RICE OIL**

**R.S. Tashmenov<sup>1</sup>, G.E. Orymbetova<sup>2</sup>, Zh.U. Myrkhalykov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Doctor of Engineering, Professor, <sup>2</sup> Candidate of Technical Sciences, Senior Teacher,

<sup>3</sup> Doctor of Engineering, Professor

M. Auezov South Kazakhstan State University (Shymkent), Kazakhstan

**Abstract.** The optimum modes of hydrothermal processing of crude rice bran for improvement of drainage properties of bran are established in this article. Experimentally the number of introduction in rice bran of rice peeling or a cotton peel and their influence on extractability of rice oil, physical and chemical indicators of the crude rice oil extracted from rice bran are defined.

**Keywords:** rice bran, oil, hydroheat processing, peeling, peel, processing by-products, cake.

УДК 627.81

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ «ГИДРО» ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСЧЕТОВ КАСКАДА ГИДРОУЗЛОВ****А.А. Четошников<sup>1</sup>, А.В. Шишкин<sup>2</sup>, С.А. Четошников<sup>3</sup>**<sup>1</sup> кандидат технических наук, старший преподаватель,<sup>2</sup> кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, <sup>3</sup> магистрант<sup>1,2</sup> Алтайский государственный аграрный университет (Барнаул),<sup>3</sup> Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет) (Челябинск), Россия

***Аннотация.** Предложена программа «ГИДРО», позволяющая автоматизировать водохозяйственные расчеты водных объектов. На примере расчёта водохозяйственных балансов каскада из двух водохранилищ представлен интерфейс программы, порядок построения гидрологических рядов и регулирования режимами наполнения-сработки водохранилищ в зависимости от водности года.*

***Ключевые слова:** гидротехнические сооружения, регулирование стока, автоматизация расчетов.*

Методические указания [1], утвержденные приказом Минприроды России от 26 января 2011 г. № 17, устанавливают единые подходы к разработке и расчетному обоснованию правил использования водохранилищ, их форме и содержанию, содержат рекомендации по методикам водохозяйственных, водно-энергетических, гидравлических и других расчетов и являются основой обоснования проектов правил использования водохранилищ. Для каскадов водохранилищ и водохозяйственных систем с несколькими водохранилищами, разработка проектов Правил использования осуществляется последовательно по направлению основного стока - от вышерасположенных водохранилищ к нижерасположенным. При этом учитываются изменения режимов речного стока, предусмотренные Правилами использования (проектами Правил использования) вышерасположенных водохранилищ.

Для систем и групп водохранилищ, в которых нижерасположенные водохранилища из-за недостатка регулирующей емкости не могут выполнять возложенные на них функции (в том числе по осуществлению специальных пропусков) только за счет собственных ресурсов и используют дополнительную подачу воды из вышерасположенных водохранилищ, проекты Правил использования для всех водохранилищ разрабатываются одновременно с целью согласования режимов регулирования использования водных ресурсов.

Согласно методики расчета водохозяйственных балансов водных объектов [2] кроме плановых и отчетных (сезонных, годовых, многолетних) балансов, для анализа и корректировки режимов необходимо составление *оперативных балансов* использования водных ресурсов водохранилищ и водохозяйственных систем, а также осуществление оперативного водораспределения. Это предполагает проведения значительных объемов вычислений за ограниченный период времени и, как следствие, необходимость автоматизации этих расчетов.

В качестве примера автоматизации водохозяйственных расчетов рассмотрен каскад озер-водохранилищ Песчаное и Хорошее на реке Бурла (рис. 1).

Гидроузлы на Бурлинских озерах-водохранилищах выполнены одного типа. В состав каждого гидроузла входит земляная плотина и открытый водосброс. Плотины построены в местах выхода р. Бурла из озер; водосбросы построены в русле р. Бурла. Все сооружения относятся к IV классу. Строительство водорегулирующих гидросооружений на выходе русла р. Бурла из озер Песчаное и Хорошее в 1965 г. позволило изменить гидрологический режим р. Бурла на этом участке в части создания условий для накопления значительных объемов воды в чашах этих озер-водохранилищ.

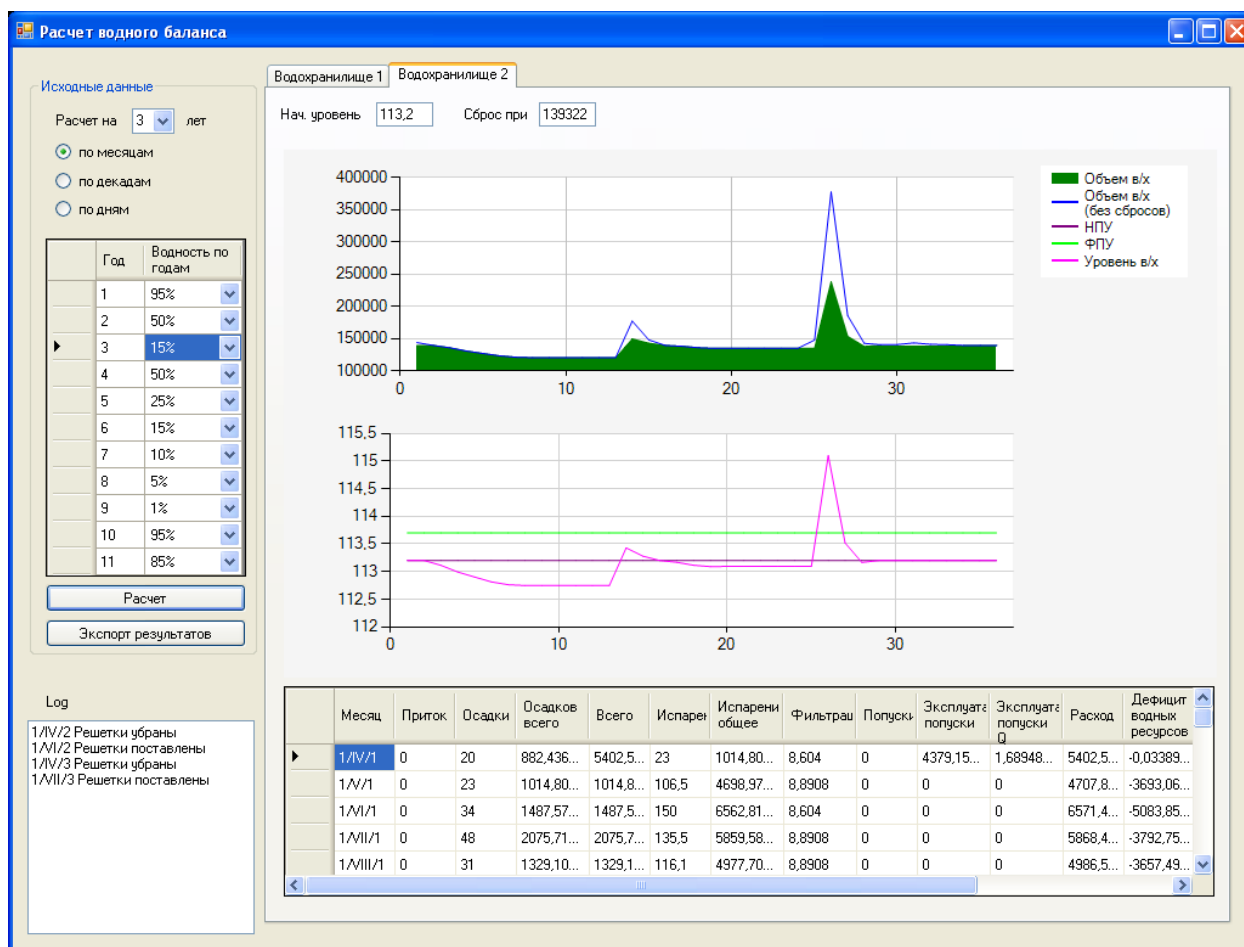


Рис. 1. Интерфейс программы «ГИДРО»

Для озера-водохранилища Песчаное (водохранилище 1) нормальный подпорный уровень (НПУ) принят на отметке 114,65 мБС, форсированный подпорный уровень (ФПУ) – 115,20 мБС, уровень мертвого объема (УМО) – 113,20 мБС. Объем водохранилища составляет при НПУ – 133,3 млн. м<sup>3</sup>; ФПУ – 162,2 млн. м<sup>3</sup>; УМО – 68,3 млн. м<sup>3</sup>.

Для озера-водохранилища Хорошее (водохранилище 2) приняты следующие характерные уровни: УМО – 112,4 мБС (отметка порога водослива); НПУ – 113,2 мБС; ФПУ – 113,7 мБС. Допускается кратковременная форсировка уровня до 114,25 мБС (максимальный наблюдаемый уровень). Подъем уровней до 114,25 мБС следует считать вынужденной мерой ввиду низкой пропускной способности водосброса. Объем воды при НПУ составляет 139,3 млн. м<sup>3</sup>; при ФПУ – 161,7 млн. м<sup>3</sup>; УМО – 105,7 млн. м<sup>3</sup>.

Помесячный водохозяйственный баланс каскада озер рассчитан для смоделированного многолетнего цикла, состоящего из 11 лет различной водности. Распределение годового стока по месяцам для каждого года характерной обеспеченности рассчитано пропорционально ежемесячному распределению стока реального года-аналога, обеспеченность которого близка к характерной. Годы-аналоги выбирались из всего ряда наблюдений на в/п Хабары [3].

Программа «ГИДРО» была разработана на кафедре «инженерных сооружений» Алтайского государственного аграрного университета. Данная программа написана на языке C# для операционной системы Windows. Исходными данными для неё являются:

- зависимость объема и площади водоема от уровня воды;
- величина осадков и притока в зависимости от водности года;
- значения величины испарений, величины фильтрации через тело плотины, санитарных и эксплуатационных попусков.

Эти данные заносятся в электронную таблицу Excel, определенного формата. Этот файл является необходимым компонентом для работы программы.

При запуске программы происходит загрузка данных из файла. При отсутствии файла или неверном формате данных работа программы прекращается. После загрузки открывается основное окно программы.

С помощью панели «Исходные данные» задаются количество циклов расчета, а также значения водностей по годам. Также необходимо указать начальный уровень воды в водохранилище и отметку, при которой происходит сброс воды.

Расчет может производиться с шагом в месяц, декаду или день, во втором и третьем случае месячные данные автоматически делятся на 3 и 30 соответственно.

Определяющим для начала расчета является значение уровня воды в водохранилище. По данному значению определяется объем водохранилища и его площадь. Далее рассчитывается объем испарения и осадков на площадь водохранилища. К объему водохранилища прибавляется также проектный приток. После этого рассчитывается объем необходимых сбросов. Если этот объем не превышает максимальную пропускную способность водосбросных сооружений, то происходит сброс воды до уровня, указанного при расчете. В противном случае, сбрасывается максимально возможный объем. Суммируя все притоки и расходы воды, определяется уровень воды на начало следующего шага, и далее расчет повторяется снова.

В случае совместной работы прудов и водохранилищ, расположенных на одном водном объекте в пределах одного расчетного водохозяйственного участка, имеется возможность расчета значений наполнения и сработки последовательно расположенных водоемов исходя из различных сценариев водности.

Результаты расчета представляются как в виде таблицы, а так и в виде графика изменения объема и уровня водохранилища. По графику можно оценить динамику изменения этих параметров при различных водностях года.

Таким образом, изменяя гидрологический ряд можно смоделировать различные ситуации и определить уровень воды в водохранилище на конец любого из циклов, а также иметь возможность скорректировать сбросы, если это необходимо.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 26.01.2011 № 17 «Об утверждении Методических указаний по разработке правил использования водохранилищ» [Электронный ресурс]: - Режим доступа: Гарант.

2. Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 30.11.2007 № 314 «Об утверждении методики расчета водохозяйственных балансов водных объектов» [Электронный ресурс]: - Режим доступа: Гарант.

3. Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов бассейна р.Бурла на территории Алтайского края и Новосибирской области [Текст]. – Барнаул, 2003. – 112 с.

*Материал поступил в редакцию 27.03.14.*

#### USE OF THE HYDRA PROGRAM FOR AUTOMATION OF WATER MANAGEMENT DESIGN OF THE CASCADE OF WATERWORK FACILITIES

A.A. Chetoshnikov<sup>1</sup>, A.V. Shishkin<sup>2</sup>, S.A. Chetoshnikov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Candidate of Technical Sciences, Senior Teacher, <sup>2</sup> Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,

<sup>3</sup> Candidate for a Master's Degree

<sup>1,2</sup> Altai State Agricultural University (Barnaul),

<sup>3</sup> South Ural State University (National Research University) (Chelyabinsk), Russia

**Abstract.** *The HYDRA program, allowing to automate water management design of water objects is suggested. On the example of designing water management balances of the cascade from two reservoirs the program interface, an order of creation of hydrologic samples and regulation by modes of storage-drawdown of reservoirs depending on dryness of year is presented.*

**Keywords:** *hydraulic structures, runoff regulation, design automation.*

УДК 692.522.2: 624.073.136

## ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ОБВЯЗОЧНОЙ БАЛКИ БЕЗ ТРЕЩИН НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ПЛИТЫ ПЕРЕКРЫТИЯ

А.В. Шипуля<sup>1</sup>, С.М. Скоробогатов<sup>2</sup><sup>1</sup> аспирант, <sup>2</sup> доктор технических наук, профессор

Уральский государственный университет путей сообщения (Екатеринбург), Россия

**Аннотация.** Исследуются проблемы проектирования безбалочных бескапительных монолитных железобетонных перекрытий, особенно больших пролетов. Сообщается о необходимости увеличения жесткости крайних пролетов путём включения в состав перекрытия обвязочных балок. Предложен вариант методики оценки влияния обвязочной балки на плиту перекрытия, учитывающий изменение упругоэластичных свойств бетона. Даны первичные рекомендации по оптимальным размерам обвязочной балки. Обоснованность результатов и основных выводов предлагаемой методики подтверждается совпадением результатов вычислений по двум методам (метод сил и метод перемещений).

**Ключевые слова:** безбалочное бескапительное перекрытие, обвязочная балка, пролетная полоса, метод сил, метод перемещений, крутящий момент.

### 1. Основные проблемы проектирования безбалочных бескапительных перекрытий.

В современном строительстве инженеры-проектировщики достаточно часто сталкиваются с расчётом и конструированием бескапительных безбалочных перекрытий. Между тем, в бескапительных конструкциях задача ограничения прогибов более сложна, чем в капитальных. Из-за общей небольшой толщины перекрытий и отсутствия капителей прогибы плит перекрытий относительно велики. Увеличение пролетов между колоннами (более 6 м) и неоправданное утолщение плит перекрытий привело к настоящей необходимости увеличить жесткость крайних пролетов. Отличным конструктивным же решением по уменьшению прогиба наиболее уязвимых крайних ячеек перекрытия служит включение в состав перекрытия обвязочных (контурных) балок. К сожалению, в нашей литературе вопросу учета обвязочных балок в расчетах, исследованию их работы в составе перекрытия практически не уделяется внимания.

Приведенные соображения подтверждают настоятельную необходимость в разработке методики оценки влияния обвязочной балки на плиту перекрытия, учитывающей изменение упругоэластичных свойств бетона, трещинообразование и армирование.

Для рассматриваемого фрагмента плиты бескапительного безбалочного перекрытия было принято: ячейка с размерами в плане 7,2x7,2 м. Бетон плиты класса В25, толщина плиты 22 см. Вдоль всякого края расположена обвязочная балка сечением 20x60 (b x h) см. Длительно действующая нагрузка 0,75 тс/м<sup>2</sup>. При этом общая нагрузка разделена на условную нагрузку на пролетную полосу (0,5761 тс/м<sup>2</sup>) и условную нагрузку на надколонную полосу (0,9227 тс/м<sup>2</sup>), в нашем случае – на обвязочную балку. Определение условной нагрузки  $q_{усл}$  для надколонной и пролетной полосы шириной один метр как замещающей балки на основе алгоритма, описанного в [2], позволяет учесть влияние поперечных сил от соседних полос, дополнительно нагружающих и разгружающих эти полосы. Обоснованность результатов и основных выводов предлагаемой методики подтверждается совпадением результатов вычислений по двум методам (метод сил и метод перемещений). Коэффициенты при неизвестных в уравнениях метода сил и метода перемещений вызвали проблему в связи с их вычислением, поэтому было решено использовать инженерный способ, основанный на схеме приведенной на рис. 1. Эта схема была подтверждена исследованиями работ американских ученых [4], а также были произведены специальные расчеты пластинок в рамках теории упругости методом конечных элементов.

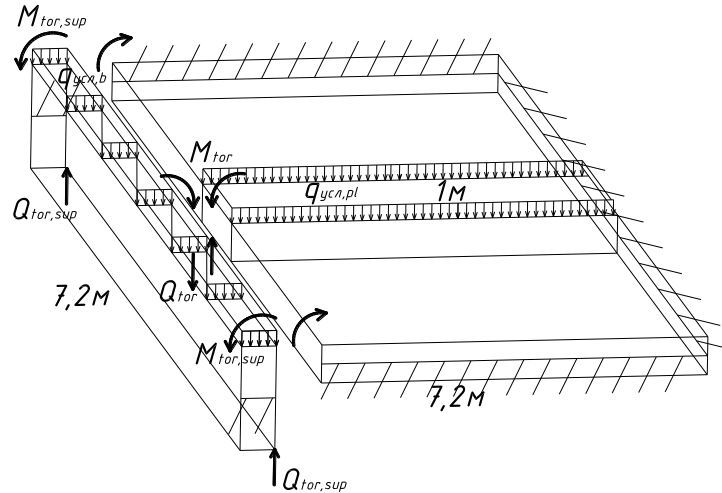


Рис. 1. Пространственная расчетная статическая схема краевого эффекта взаимодействия между пролетной полосой и обвязочной балкой (см. табл. 1, 2)

**2. Метод сил.**

Установим основную систему в рамках метода сил, для чего разрезаем пролетную полосу в виде балки шириной 1 м и толщиной  $\delta = 22$  см от обвязочной балки сечением  $h \times b = 0,6 \times 0,2$  м и действие отброшенных частей заменяем неизвестными  $M_{tor}$  и  $Q_{tor}$  (рис. 1). Такой подход существенно упрощает расчеты и позволяет рассматривать плиту, защемленную с трех сторон, как замещающую консольную балку. Для совпадения деформаций плиты и замещающей балки при вычислении прогибов и коэффициентов при неизвестных для уравнений метода сил используется коэффициент перехода от защемленной по трём сторонам плиты к замещающей консольной балке (рис. 4): по справочному пособию А.Б. Голышева прогиб свободного края плиты

$$f_{y,pl} = 0,00276 \frac{ql^4}{D}, \text{ для консольной балки прогиб равен } f_{y,con} = \frac{ql^4}{8D}. \text{ Коэффициент перехода:}$$

$$k_{pl} = f_{y,pl} / f_{y,con} = 0,00276 / 0,125 = 0,0221.$$

Тонкая полоса (шириной 1 м) дает прогиб как средняя часть плиты.

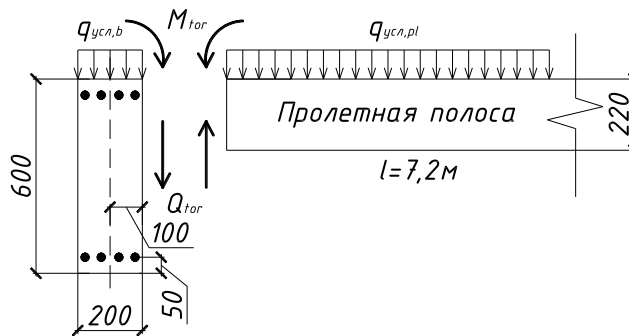


Рис. 2. Плоская расчетная схема краевого эффекта между пролетной полосой и обвязочной балкой по середине пролета

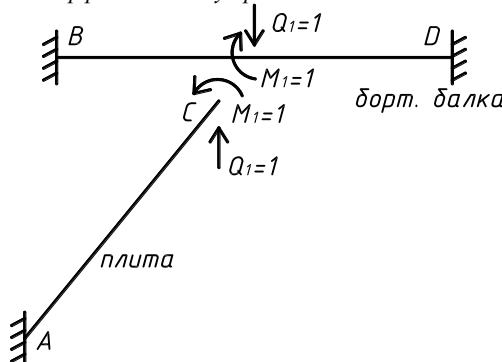
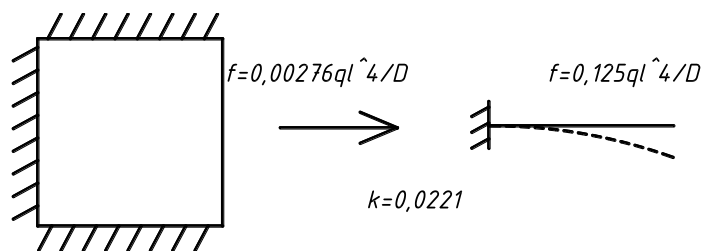


Рис. 3. Эквивалентная предлагаемая система метода сил, эквивалентная пространственной схеме (см. рис. 1)

Рис. 4. Схема перехода от плиты к замещающей балке.  $k=0,0221$ 

При решении задачи в рамках метода сил используем два условия равенства нулю взаимного угла поворота и взаимного перемещения обвязочной балки и пролетной полосы:

$$\begin{cases} \Phi_b = \Phi_{pl}; \\ \Delta_b = \Delta_{pl}. \end{cases} \quad (1)$$

(2)

Или:

$$\begin{cases} M_{tor} \delta_{11b} + Q_{tor} \delta_{12b} + \Delta_{1Pb} = M_{tor} \delta_{11pl} + Q_{tor} \delta_{12pl} + \Delta_{1Ppl}; \\ M_{tor} \delta_{21b} + Q_{tor} \delta_{22b} + \Delta_{1Pb} = M_{tor} \delta_{21pl} + Q_{tor} \delta_{22pl} + \Delta_{2Ppl}. \end{cases} \quad (1')$$

(2')

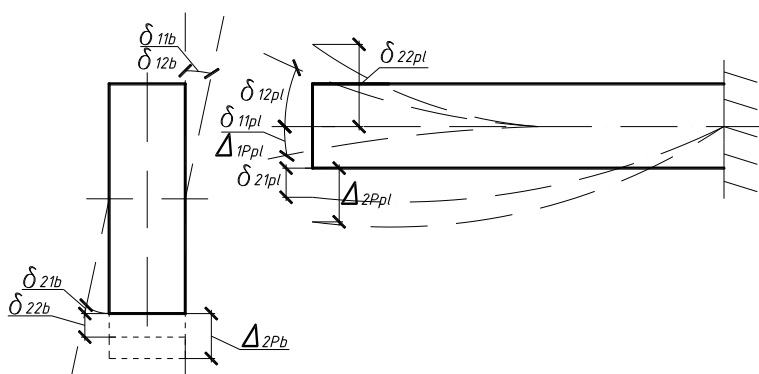


Рис. 5. Схема возможных перемещений для определения коэффициентов при неизвестных и грузовых членах в уравнениях метода сил (см. табл. 1, 2)

$\delta_{11b}$  – угол поворота балки от момента  $M_{tor} = I$ ;

$\delta_{12b}$  – угол поворота балки от поперечной силы  $Q_{tor} = I$ ;

$\delta_{11pl}$  – угол поворота плиты от момента  $M_{tor} = I$ ;

$\delta_{12pl}$  – угол поворота плиты от поперечной силы  $Q_{tor} = I$ ;

$\delta_{21pl}$  – перемещение балки от момента  $M_{tor} = I$ ;

$\delta_{22b}$  – перемещение балки от поперечной силы  $Q_{tor} = I$ ;

$\delta_{21pl}$  – перемещение плиты от момента  $M_{tor} = I$ ;

$\delta_{22pl}$  – перемещение плиты от поперечной силы  $Q_{tor} = I$ .

$\Delta_{1Pb}$  – угол поворота балки от внешних сил, в данном случае  $\Delta_{1Pb} = 0$ ;

$\Delta_{1Ppl}$  – угол поворота плиты от внешних сил;

$\Delta_{2Pb}$  – перемещение балки от внешних сил;

$\Delta_{2Ppl}$  – перемещение края пролетной полосы от внешних сил.

Найдем характеристики отдельной обвязочной балки и плиты (замещающей балки) для пролетной полосы: момент инерции кручения обвязочной балки  $I_{ror,b}$ , осевой момент инерции обвязочной балки  $I_{xred,b}$  и плиты  $I_{xred,pl}$ , изгибную жесткость обвязочной балки  $D_b$  и плиты  $D_{pl}$  без трещин.

Определим коэффициенты при неизвестных для уравнений метода сил для обвязочной балки (таблица 1).



Таблица 1

## Коэффициенты при неизвестных применительно к методу сил для обвязочной балки

Коэффициенты при неизвестных	Статическая схема
$\delta_{11b} = \frac{0,5M_1 \cdot \frac{l}{2}}{GI_{tor,b}}$	
$\delta_{12b} = \delta_{21b} = 0$	—
$\delta_{22b} = y\left(\frac{l}{2}\right) = -\frac{l^3}{192D_b}$	
$\Delta_{1pb} = 0$	Результирующая сила от внешней распределенной нагрузки на обвязочную балку приложена центрально, поэтому не вызывает ее поворота и, соответственно, крутящего момента в балке
$\Delta_{2pb} = \frac{5q_{усл,b}l^4}{384D_b} - 2 \cdot \frac{M_{sup}l^2}{16D_b} =$ $= \frac{5q_{усл,b}l^4}{384D_b} - 2 \cdot \frac{q_{усл,b}l^2}{12} \cdot \frac{l^2}{16D_b} = \frac{q_{усл,b}l^4}{384D_b}$	

Далее определим коэффициенты при неизвестных для уравнений метода сил для плиты (таблица 2).

Таблица 2

## Коэффициенты при неизвестных применительно к методу сил для плиты

Коэффициенты при неизвестных	Статическая схема
$\delta_{11pl} = \theta = \frac{1 \cdot l}{D_{pl}} \cdot k_{pl}$	
$\delta_{12pl} = \theta = -\frac{1 \cdot l^2}{2D_{pl}} \cdot k_{pl}$	
$\delta_{21pl} = f = -\frac{1 \cdot l^2}{2D_{pl}} \cdot k_{pl}$	
$\delta_{22pl} = f = \frac{1 \cdot l^3}{3D_{pl}} \cdot k_{pl}$	
$\Delta_{1Ppl} = \frac{q_{усл,pl}l^3}{6D_{pl}} k_{pl}$	
$\Delta_{2Ppl} = -\frac{q_{усл,pl}l^4}{8D_{pl}} k_{pl}$	

Затем решаем систему уравнений (1'), (2') и получаем искомые величины крутящего момента  $M_{tor}$  и поперечной силы  $Q_{tor}$ .

### 3. Метод перемещений.

Установим основную систему в рамках метода перемещений, для чего вводим в соединение обвязочной балки с плитой необходимые связи: защемление, препятствующее повороту, и линейную связь, препятствующую линейному смещению. Разрезаем пролетную полосу в виде балки шириной 1 м и толщиной  $\delta = 22$  см от обвязочной балки сечением  $h \times b = 0,6 \times 0,2$  м (рис. 6).

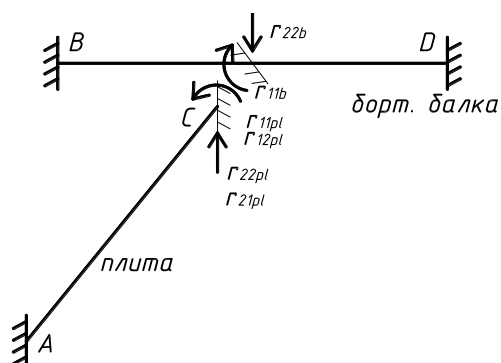


Рис. 6. Основная система метода перемещений

Чтобы обратно перейти к заданной системе необходимо отрицать усилия во введенных связях. Для решения задачи используем два условия равенства нулю взаимных момента и усилия обвязочной балки и пролетной полосы.

$$\left. \begin{aligned} R_{1i} = \sum M = R_{1b} - R_{1pl} &= 0; \\ R_{2i} = \sum Q = R_{2b} - R_{2pl} &= 0. \\ \left. \begin{aligned} R_{1b} &= R_{1pl}; \\ R_{2b} &= R_{2pl}. \end{aligned} \right\} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Или:

$$\left\{ \begin{aligned} r_{11b}z_1 + r_{12b}z_2 + R_{1pb} &= -(r_{11pl}z_1 + r_{12pl}z_2 + R_{1ppl}); \\ r_{21b}z_1 + r_{22b}z_2 + R_{2pb} &= -(r_{21pl}z_1 + r_{22pl}z_2 + R_{2ppl}). \end{aligned} \right. \quad (4)$$

$$(5)$$

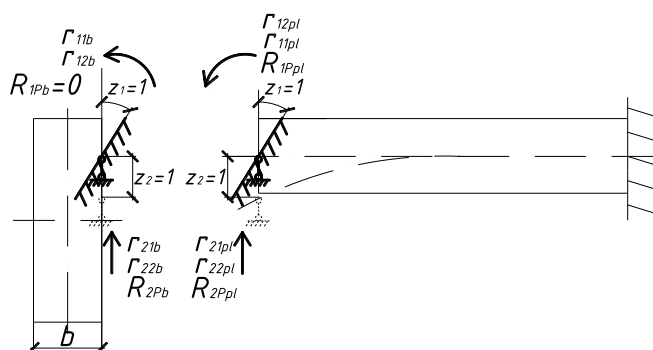


Рис. 7. Статическая схема для определения коэффициентов при неизвестных и грузовых членах в уравнениях метода перемещений (см. табл. 3, 4)

$r_{11b}$  – момент во введенном защемлении от поворота на угол  $\varphi = 1$ ;

$r_{12b}$  – момент в защемлении от смещения линейной связи на единицу  $\delta = 1$ ;

$r_{21b}$  – усилие в линейной связи от поворота защемления на угол  $\varphi = 1$ ;

$r_{22b}$  – усилие в линейной связи от ее смещения на единицу  $\delta = 1$ ;

$R_{1pb}$  – момент в защемлении от внешних сил, в данном случае  $R_{1pb} = 0$ ;

$R_{2pb}$  – продольное усилие в линейной связи от внешних сил.

$r_{11pl}$  – момент во введенном защемлении от поворота на угол  $\varphi = 1$ ;

$r_{12pl}$  – момент в защемлении от смещения линейной связи на  $\delta = 1$ ;

$r_{21pl}$  – усилие в линейной связи от поворота защемления на угол  $\varphi = 1$ ;

$r_{22pl}$  – усилие в линейной связи от ее смещения на единицу  $\delta = 1$ ;

$R_{1ppl}$  – момент во введенном защемлении от внешних сил;

$R_{2ppl}$  – продольное усилие в линейной связи от внешних сил.

Коэффициенты при неизвестных для уравнений метода перемещений для обвязочной балки (таблица 3).

Таблица 3

**Коэффициенты при неизвестных применительно к методу перемещений для обвязочной балки**

Коэффициенты при неизвестных	Статическая схема
$\theta = 1 = \frac{r_{11b} \cdot 0,5 \cdot \frac{l}{2}}{GI_{tor,b}} \Rightarrow$ $\Rightarrow r_{11b} = \frac{4GI_{tor,b}}{l}$	
$r_{12b} = r_{21b} = 0$	—
По аналогии с $\delta_{22b}$ (см. п. 2): $r_{22b} = 2 \cdot \frac{12D_b}{(l/2)^3} = \frac{192D_b}{l^3}$	
$R_{1pb} = 0$	Результирующая сила от внешней распределенной нагрузки на обвязочную балку приложена центрально, поэтому - не вызывает ее поворота и, соответственно, крутящего момента в балке
$R_{2pb} = \frac{q_{усл,b}l}{2}$	

Коэффициенты при неизвестных для уравнений метода перемещений для плиты.

Таблица 4

**Коэффициенты при неизвестных применительно к методу перемещений для плиты**

Коэффициенты при неизвестных	Статическая схема
$r_{11pl} = \frac{4D_{pl}}{l \cdot k_{pl}}$	
$r_{12pl} = \frac{6D_{pl}}{l^2 \cdot k_{pl}}$	
$r_{21pl} = \frac{6D_{pl}}{l^2 \cdot k_{pl}}$	
$r_{22pl} = \frac{12D_{pl}}{l^3 \cdot k_{pl}}$	
$R_{1Ppl} = \frac{q_{усл,pl}l^2}{12}$	
$R_{2Ppl} = \frac{q_{усл,pl}l}{2}$	

Затем решаем систему уравнений (4), (5) и получаем величины  $z_1$  и  $z_2$ . Крутящий момент  $M_{tor}$  и поперечную силу  $Q_{tor}$  находим по формулам:

$$M_{tor} = r_{11pl}z_1 + r_{12pl}z_2 + R_{1Ppl};$$

$$Q_{tor} = r_{21pl}z_1 + r_{22pl}z_2 + R_{2Ppl}.$$

#### 4. Основные предпосылки для определения оптимальной высоты обвязочной балки.

Пользуясь методикой п. 2 были проанализированы прогибы в центре пролетной полосы при различных конфигурациях обвязочной балки по отношению к толщине плиты перекрытия. Для перекрытия крайней ячейки безбалочного перекрытия пролетом 7,2 м, толщиной плиты перекрытия 220 мм, с колоннами сечением 400x400 мм были вычислены прогибы для балок шириной 400 мм и высотой от 260 мм до 660 мм (то есть для коэффициента отношения высоты балки к толщине плиты меняется от  $k = 1,18$  до 3). Эпюры изгибающих моментов в пролетной полосе для случая без обвязочной балки и с балкой высотой 440 мм ( $k = 2,0$ ) представлены на рис. 9, 10. Обвязочная балка высотой 260 мм ( $k = 1,18$ ) уменьшила прогиб на 20% по отношению к плите без обвязочной балки, балка высотой 330 мм ( $k = 1,5$ ) – на 39%, высотой 440 мм ( $k = 2,0$ ) – на 53%, высотой 550 мм ( $k = 2,5$ ) – на 59 %, высотой 660 мм ( $k = 3,0$ ) – на 62 %. Таким образом, оптимальная высота обвязочной балки для данного перекрытия равна удвоенной толщине плиты при ширине равной размеру сечения колонны. Дальнейшее увеличение высоты обвязочной балки незначительно влияет на уменьшение прогиба плиты и нецелесообразно из архитектурных соображений. Эпюра на рис. 8 получена благодаря распределению моментов в предельном состоянии по инструкции ЦНИПС[1]. Мы ее здесь приводим для сравнения.

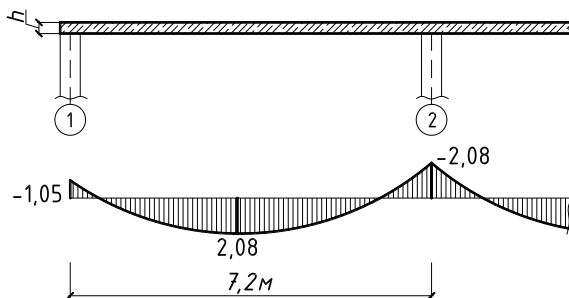


Рис. 8. Эпюра изгибающих моментов в пролетной полосе по инструкции ЦНИПС, тс-м.

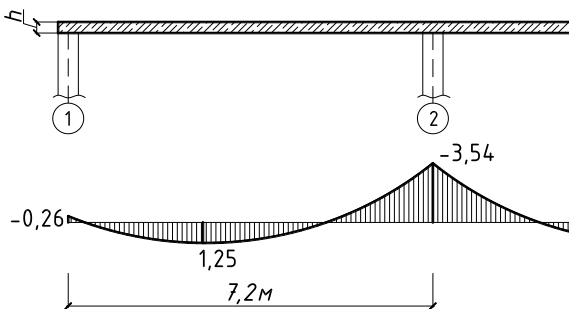


Рис. 9. Эпюра изгибающих моментов в пролетной полосе по принятой методике в случае защемления на второй опоре (без обвязочной балки), тс-м.

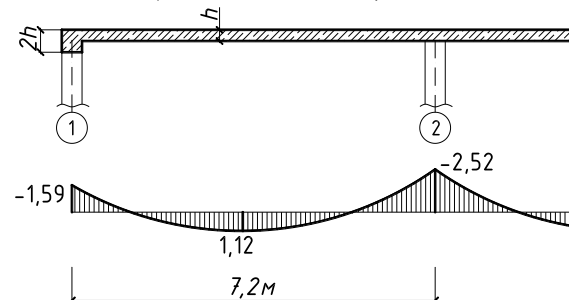


Рис. 10. Эпюра изгибающих моментов в пролетной полосе по принятой методике в случае защемления на второй опоре (обвязочная балка высотой 440 мм), тс-м.

Чтобы уменьшить изгибающий момент и соответственно прогиб в пролете крайней ячейки целесообразно применять не только обвязочную балку, но и повышенное содержание арматуры для увеличения опорного момента на второй опоре. Поэтому в целях анализа в данной методике на второй опоре принято защемление (см. рис. 5, 7, 9 и 10).

#### Выводы

Обвязочная балка (в зависимости от своих размеров) позволяет снижать прогибы крайних ячеек перекрытия на 40-60%, тем самым выравнивая их с прогибами средних ячеек, что дает возможность увеличивать пролеты безбалочных перекрытий без значительного утолщения плиты.

Хотя расчеты проводились без учета наличия трещин, эти предпосылки и рекомендации могут иметь практическое значение, если в реальных конструкциях, при небольших нагрузках трещины отсутствуют. Кроме того, с точки зрения теоретического интереса, изложенный подход позволяет находить изгибающие моменты по трещиностойкости и позволит создать основу для дальнейшего подобного анализа, но уже с учетом трещин, что необходимо для более полного решения вопроса для перекрытий при больших пролетах и нагрузках.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мурашев, В.И., Сигалов, Э.И., Байков, В.Н. Железобетонные конструкции (общий курс). Госстройиздат. – Москва, 1963.
2. Скоробогатов, С.М. Поверочные расчеты безбалочных бескапитальных монолитных железобетонных перекрытий по второй группе предельных состояний (прогибы, трещины) / Для бакалавров, инженеров и магистрантов специальности ПГС. – Екатеринбург : УрГУПС, 2011. – 80 с.
3. Шипуля, А.В., Скоробогатов, С.М. Уточнение исходных параметров при подсчете прогибов безбалочных бескапитальных перекрытий // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2012. – №4. – С. 80-83. ISSN 2074-2932.
4. Hsu, T.T.C., Mo, Y.L. Unified Theory of Concrete Structures. – USA : University of Houston, 2010 (см. главу7).
5. Shipulya, A.V., Skorobogatov, S.M. Refinement of deformative characteristics in determining of deflections in flat plate floor // Herald of the Ural State University of Railway Transport. – 2012. – № 1 (13). – P. 81-86.

Материал поступил в редакцию 23.03.14.

### CONDITIONS FOR RESEARCH OF INFLUENCE OF SPANDREL BEAM WITHOUT CRACKS ON STRESS-STRAIN STATE OF REINFORCED CONCRETE FLOOR SLAB

A.V. Shipulya<sup>1</sup>, S.M. Skorobogatov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Postgraduate Student. <sup>2</sup> Doctor of Engineering, Professor  
Urals State University of Railway Transport (Yekaterinburg), Russia

**Abstract.** *The problem of designing reinforced concrete cast-in-place flat plate floor is analyzed. It is reported that there is need to increase the stiffness of exterior panels by counting for stiffness of spandrel beams in a floor structure. It is proposed the version of the method to estimate the influence of spandrel beam on flat plate floor, taking into account the change of elasto-plastic properties of concrete. It is provides recommendations for optimal size of spandrel beam. Validity of the results and of the main conclusions of the proposed method is confirmed by using both methods in static calculations (force method and displacement method) and coincidence with their results.*

**Keywords:** *flat plate floor; spandrel beam; span strip; stiffness; force method; displacement method; torque moment.*

---



---

**Agricultural sciences**  
**Сельскохозяйственные науки**

---



---

УДК 630

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРОВ ОБУСЛАВЛИВАЮЩИХ ВЕЛИЧИНУ УРОЖАЕВ СЕМЯН  
СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

**К.Т. Абаева<sup>1</sup>, А.Т. Серикбаева<sup>2</sup>, А.А. Кобабаева<sup>3</sup>, А.Т. Медельбекова<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> доктор экономических наук, профессор, <sup>2</sup> кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель,  
<sup>3</sup> магистр, ассистент, <sup>4</sup> магистрант

Казахский национальный аграрный университет (Алматы) Казахстан

***Аннотация.** В качестве реальных источников семян остаются различного рода семенники и стены леса. Однако влияние стен леса ограничивается полосой в 40-50м ширины в связи с особенностями разноса семян. Налет семян, разумеется, осуществляется на большую площадь, но возможности прорастания семян и сохранения сеянцев сосны имелись лишь в зоне защитного влияния деревьев, которая в данном случае измерялась в 25-35 м. Здесь уже начинает сказываться характерная для ленточных боров Прииртышья приуроченность подростка к конусу тени.*

***Ключевые слова:** лесное хозяйство, древостой, семяносные культуры сосны, сосна обыкновенная, хвоя.*

В ленточных борах Прииртышья на 90% преобладают насаждения естественного семенного происхождения и представляют собой самосевный лес, где проявляются основные биологические законы становления и формирования древостоев сосны семенного происхождения в природной обстановке. Важнейшей предпосылкой успешного естественного возобновления древесных пород, как под пологом леса, так и на вырубках является наличие семян. В развитии генеративных органов любого древесного растения можно выделить два больших периода: эмбриональный (время закладки и формирования зачатков в почках) и постэмбриональный, который начинается с момента цветения и заканчивается созреванием семян. Формирование шишек сосны проходит в течение трех вегетационных сезонов.

N – год закладки генеративных органов и цветения; n + 1 – год окончания эмбрионального развития генеративных органов и цветения; n+2 – год оплодотворения, роста и развития семян в шишках; n+3 – год вылета семян. У сосны эмбриональный период длится около 12 месяцев – с июня года n по июнь года n+1; постэмбриональный период охватывает два вегетационных сезона в годы n+1 и n+2 и зиму между ними. В общей сложности от закладки зачатков женских шишек до созревания семян. К середине мая образуются семенные чешуйки, а в последующие дни появляются семяпочки в виде вздутий. За несколько последующих теплых дней женские шишечки полностью освобождаются от наружных чешуек, вырастают до 4-5 мм, семенные чешуйки перерастают в кроющие. Цвет шишек становится ярко-малиновым. Семенные чешуйки в это время широко раздвинуты, что обеспечивает доступ пыльцы. В лесостепных и южно-таежных районах вылет пыльцы у сосны происходит в конце мая – начале июня, а в годы с более холодной весной он затягивается до середины июня. Сроки зацветания определяются степенью сформированности генеративных органов и зависят главным образом от погоды мая. Особое значение в этот период имеет тепло.

Успешная подготовка к цветению сосны проходит при средней температуре мая не ниже 10 °С. Исходя из этого и определяются сроки вылета пыльцы в различных районах.

Таким образом, с повышением сухости климата для раскрытия сосновых шишек требуется меньшая сумма положительных температур воздуха. Как правило, максимум семян опадает на почву из шишек в ленточных борах в течение 2-3 пятидневок от начала вылета из шишек первых семян. Причем, в первый период от начала раскрытия шишек на почву опадают более тяжелые и с лучшей всхожестью семена сосны. В последующем вес их и в конце периода на почву опадают пустые и мелкие семена, преимущественно невсхожие. Наилучшая всхожесть семян сосны наблюдается при температуре 16-20 °С поверхности почвы. При этом прорастание всходов происходит в наиболее короткий срок – в течение 8-11 суток.

Таким образом, зарождается самосевный лес естественного происхождения, в обычной природной обстановке, различающихся по своим наследственным свойствам от леса искусственных посадок. Пока леса остаются девственными, они нормально растут и возобновляются на огромных территориях с самыми разнообразными почвами и климатическими условиями.

По мере строения у дерева происходит увеличение размеров ствола, ветвей, стеблей и корневой системы. В старом возрасте рост сильно замедляется и начинается отмирание отдельных ветвей и верхушки ствола. Это общеизвестно. Но наряду с изменением общих размеров претерпевают определенные превращения и структурные.

У лесных пород наилучшим образом изучены возрастные изменения прироста ствола по высоте и диаметру. В литературе имеется масса данных, свидетельствующих о постепенной трансформации этого показателя, начиная от ювенительных этапов жизни дерева до периода его старения и отмирания. Ход прироста, в общем, может быть охарактеризован одновершинной кривой, максимальный подъем которой у хвойных пород приходится обычно на II-III классы возраста. Наиболее детально возрастные изменения интенсивности плодоношения хвойных пород.

Деревья III-IV классов возраста дают самый богатый урожай семян сосны. Большинство лесных генетиков и селекционеров считают эти деревья уникальными творениями природы, которые создают плюсовые древостои в природной обстановке. Однако, плодоношение этих деревьев в некоторой степени зависимо от погодных условия текущего года.

В 1961 году Д.Я. Гиргидов разработал метеорологический метод прогноза урожая семян сосны на основе достаточно высокой корреляции между дефицитом влажности воздуха на 12 ч. и числом шишек, в период закладки генеративных органов сосны. Наблюдения показывают, что в сухую погоду генеративных органов закладывается у сосны больше, чем в дождливую. Сомнений нет в том, что такие экологические факторы, как богатство и режим влажности почвы, играют важную роль в формировании генеративных органов и хвои сосны. Сопоставление данных о степени семеношения с количеством осадков за вегетационный период позволяет констатировать, что урожай сосновых семян находится в прямой зависимости от количества атмосферных осадков в вегетационный период, когда происходит формирование генеративных органов у сосны. На основании установленной зависимости семенных лет от погоды мая – июня и величина текущего урожая, можно перейти к долгосрочному прогнозированию урожая у сосны. Абаева К.Т. [1] для прогнозов рекомендует более легкий и точный метод: учет однолетних опыленных шишек.

Такой учет может быть сделан летом или осенью года  $n+1$ , т.е. более чем за год дозревания семян, что вполне приемлемо для хозяйственных целей. Для учета однолетних опыленных шишек необходимо подсчитать ее менее чем у трех срубленных деревьев для обследуемого насаждения по плодоношению. Затем определяется число шишек на одно дерево, после чего высчитывают урожай на 1 га в соответствии с числом плодоносящих деревьев на этой площади.

Влияние погоды имеет значение не только в начальный период формирования генеративных органов, но и позднее – в период их дозревания и развития семян, только на этих этапах оно не столь решающее, как на первом (Таблица 1).

Таблица 1

#### Этапы формирования урожая сосновых насаждений

Показатели	1994 год закладка генеративных органов урожая на 1997 год	1995 год цветение и закладка генеративных органов урожая на 1998 год	1996 год образования завязи и созревание закладка генеративных органов урожая на 1999 год	1997 год осыпание семян на почву закладка генеративных органов урожая на 2000 год	1998 год осыпание семян на почву закладка генеративных органов урожая на 2001 год	1999 год осыпание семян на почву закладка генеративных органов урожая на 2002 год
Урожай семян в тыс.штук на 1 га				129,5	27,5	554
Сумма осадков в мм за вегетационный период	110	78	188	161	47	200

Динамику урожайности сосновых насаждений, обусловленную состоянием погоды в год закладки генеративных органов, мы описываем уравнением:

$$\lg Z \pm 0,0418 = 0,8812 \lg X + 2,0146 \lg Y - 3,8701; R = 0,9969 \pm 0,0024$$

Где:  $\lg Z$  – урожай семян сосны в тыс. штук на 1 га;

$\lg X$  – осадки текущего года, мм (апрель-июнь)

$\lg Y$  – осадки в год закладки генеративных органов, мм (апрель-сентябрь)

На основании этой зависимости представляется возможным прогнозировать степень урожая семян сосны на три года вперед и в соответствии с этим планировать заготовку шишек сосны и мероприятия по содействию естественному возобновлению.

Таким образом, в условиях ленточных боров основным фактором, определяющим результативность всего процесса воспроизводства насаждений, начиная с формирования урожая семян и кончая формированием сосновых молодняков, является влага. При этом, успешность возникновения самосева и его укоренения определяется достаточным увлажнением лишь верхних горизонтов почвы в сочетании с благоприятным температурным режимом воздуха и поверхности почвы.

Успешность же последующего роста самосева будет зависеть от наличия влаги в более глубоких горизонтах почвы, где сосредотачивается основная масса корней растений. В настоящее время в силу истребления леса человеком, пожарами, пастьбой скота и другими антропогенными факторами на значительной площади ленточных боров почти полностью утрачена лесная обстановка и процесс естественного возобновления сосны постепенно затухает [2].

В таких условиях мероприятия по содействию естественному возобновлению сосны должны быть направлены, в первую очередь, на создание лесной обстановки, увеличение весенних запасов влаги в почве и на защиту ее от чрезмерного нагревания лучами солнца. В одновозрастном насаждении количество шишек (и, следовательно, семян). Наиболее благоприятные условия для образования крупных шишек, сосна находит в более сухом климате.

Таблица 2

Средние размеры 2-летних шишек в разных пунктах ленточных боров

Лесхозы	Размеры 2-х летней шишки		
	длина, мм	наибольший диаметр, мм	вес, г.
Барнаульский	48,2	22,6	9,70
Лебяжинский	47,9	21,0	8,9
Чалдайский	52,7	26,2	11,20

Изучение естественного возобновления леса не может быть оторвано от рассмотрения вопроса об обеспеченности данной площади всхожими семенами. Ленточные боры на всем протяжении неоднородны. Ухудшение лесорастительных условий в направлении на юго-запад от Оби к Казахстану сказывается не только на их составе и строении, но и на плодоношении. В целом для ленточных боров средний урожай семян у сосны, для сухого бора 1,2 кг, а для свежего бора – 2,8 кг.

В условиях ленточных боров Прииртышья по Грибанову урожай семян в количествах 1,0 – 1,5 кг на 1 га, вполне достаточно для успешного естественного возобновления сосны. Наиболее детально изучены возрастные изменения, таксационные характеристики насаждений и интенсивность плодоношения хвойных пород. С возрастом увеличивается доля плодоносящих деревьев. На формирование шишек того или иного размера сказываются прежде всего генетические (наследственные) особенности отдельных индивидуумов. Из других факторов следует отметить степень развития деревьев, которую характеризует показатель Н/Д – относительная высота. Чем ниже относительная высота дерева, тем выше уровень развития дерева, тем обычно крупнее на нем образуются шишки. Деревья ускоренного развития (с малой относительной высотой) отличаются обычно более сильным плодоношением и, наоборот, особи замедленного развития имеют меньшее число шишек. При этом абсолютная высота деревьев не оказывает влияния на интенсивность плодоношения.

Как правило, наблюдается корреляция между толщиной дерева имеющих мощную крону и обилием шишек [3].

При изучении этих вопросов нами установлены корреляционные связи между количеством шишек с диаметром на высоте груди ( $d_{1,3}$ ), возрастом насаждений и показателями их фитомассы (хвои). При этом установлено корреляционное соотношение ( $R=0,90 \pm 0,06$ ) свидетельствующим о тесной связи между количеством шишек с возрастом, диаметром на высоте груди ( $d_{1,3}$ ). На основании обнаруженной корреляционной тесной связи  $R=0,90 \pm 0,06$  было получено следующее уравнение связи:

$$\lg y = 1,4508 \lg x - 0,8407 \lg z + 0,3694 \lg u + 0,091$$

где:  $\lg y$  – количество шишек на одно дерево, шт/дерево

$\lg u$  – вес сырого веса хвои на одно дерево, кг/дерево

$\lg z$  – средний диаметр насаждений  $d_{1,3}$ , см

$\lg x$  – возраст дерева, лет.

Данное корреляционное уравнение связи количества шишек от возраста насаждений, диаметров деревьев с показателями веса их хвои, характеризует закономерность формирования интенсивности плодоношения деревьев в зависимости от возрастной структуры насаждения и индивидуального развития особи. Выявленные закономерности могут служить практической основой для прогноза обильных урожаев семян сосны необходимые для успешного естественного возобновления сосны по пирогенным площадям.



Таблица 3

**Взаимосвязь количества шишек одного дерева У (шт) от возраста Х (лет), среднего диаметра Z (d<sub>1,3</sub>, см) и веса хвои U (кг) на одно дерево**

Х – возраст, лет	Z – сред. диаметр d <sub>1,3</sub>	U – вес хвои кг/дерево	У – количество шишек на одно дерево	lgx	lgz	lgu	lgy
40	12,3	2,5	45,0	1,6021	1,0792	0,3979	1,6532
60	20,0	3,7	61,0	1,7782	1,3010	0,5682	1,7852
80	30,0	4,9	75,0	1,9031	1,4771	0,6902	1,8751
100	33,0	17,0	84,0	2,00	1,5185	1,2304	1,9243

Из данных таблицы 3 следует, что количество шишек, продуцируемое отдельными деревьями зависимо от толщины деревьев, от класса возраста и от веса хвои, накопленного одним деревом. С возрастанием возраста насаждения увеличивается их диаметр, и соответственно их хвойная масса.

Следовательно, увеличение количества шишек одного дерева, связано с увеличением ассимиляционной поверхности хвои дерева, которая непосредственно связана с возрастом и диаметром дерева. Этому свидетельствует высокий коэффициент множественной корреляции  $R=0,90$ , приведенного уравнения регрессии.  $R$  – характеризует степень связи между зависимой переменной (т.е. число шишек на одно дерево) и независимыми переменными (возраст дерева, диаметр ствола и вес хвойной массы).  $1 - R^2$  – доля дисперсии, обусловленная неучтенными факторами, она в нашем случае равна  $Y=0,091$ .

Для ленточных боров: средний урожай семян у сосны для сухого бора составил 1,2 кг/га, а для свежего бора – 2,8 кг/га. Такое количество семенного урожая сосны вполне достаточно для успешного прохождения процесса естественного возобновления сосны по лесным площадям сухих боров Прииртышья. Как пишет Л.Н. Грибанов (1956) в ленточных борах Алтайского края и Казахстана на 90 % преобладают насаждения естественного происхождения, следовательно, все они возникли только самосевом. Повторяется до тех пор, пока не произойдет полная смена отмирающего поколения леса молодыми жизнеспособными древостоями.

Описанный процесс естественного возобновления сосны в условиях ленточных боров протекает очень медленно и длится сотни лет.

По исследованиям К.Ж. Устемирова (2000-2010 гг.) установлено, что эффективное естественное семенное возобновление происходит по конусам тени материнских деревьев старшего поколения леса, в зоне разлета семян на расстоянии до 35 м от источника обсеменения. Для достижения максимальной площади конусов тени, исследователь, предлагает создание редкостойных (редкоствольных) обсеменительных культур сосны по пирогенным площадям, с ограниченным количеством посадочных мест (от 800 шт/га до 1000 шт/га). Перспективны кулисные культуры сосны 2-рядные, схемой посадки посадочных мест 3x3 м. Чтобы максимум семян, выпадающих в апреле-мае, опадая на северные опушки кулис, поэтому длинная сторона культуры в 1000 м должна быть направлена обязательно с запада на восток. Таким образом, ожидается, что деревья свободного стояния, имеющие низко посаженную крону приносят большее количество шишек, чем деревья, растущие среди насаждения. По данным В.Д. Огиевского (1966) плодоношение деревьев, растущих в изреженных насаждениях, такое же, как у деревьев свободного стояния и превышает по количеству шишек в несколько раз, чем у деревьев, растущих среди насаждения.

Таким образом, исследователь, чтобы обеспечить более обильное обсеменение междулисного пространства предлагает создать обсеменительные культуры сосны по пирогенным площадям с ограниченным количеством посадочных мест 800-1000 растений на 1 га. Однако при этом необходимо обратить особое внимание на размещение посадочных мест по площади фитоценоза на расстояние разлета семян сосны, где площадь оставляется для естественного семенного возобновления сосны. Желательное размещение посадочных мест сосны на площади по схеме 3,5x3,5, чтобы обеспечить достаточной площадью водного питания семенников. Из таблицы 2 видно, что наличие семенников на лесокультурной площади в количестве 750 шт/га уже обеспечивает урожай семян в 2,17 кг для удовлетворительного естественного семенного возобновления лесокультурных площадей. Если считать, что 1 кг семян, минимум необходимый для удовлетворительного облесения 1 га лесокультурной площади, то урожай семян деревьев в возрасте 40 лет превышает 2,17 раза, а самом плодоносном возрасте семенников 60-80 лет, это превышение составляет 2,17-4,82 раза (Таблица 4).

Таблица 4

**Динамика урожая семян сосны в зависимости от наличия семенников на лесокультурной площади, кг**

Количество шишек одного дерева, шт	Возраст дерева, лет	Средний вес одной шишки, г	1% - выход семян с одного дерева, с учетом кол-ва шишек, г	Выход семян сосны от количества семенников, кг		
				750	850	1000
45	40	6,43	2,89	2,17	2,46	2,89
61	60	6,43	3,92	2,91	3,33	3,92
75	80	6,43	4,82	3,61	4,10	4,82
84	100	6,43	5,72	4,29	4,86	5,72

Таким образом, в качестве реальных источников семян остаются различного рода семенники и стены леса. Однако влияние стен леса ограничивается полосой в 40-50м ширины в связи с особенностями разноса семян. По исследованиям К.Ж. Устемирова (2000-2012 гг.) установлено, что обременительное значение семенников ограничивалось 25-35 метровой лентой вырубki гарей и горельников. Налет семян, разумеется, осуществляется на большую площадь, но возможности прорастания семян и сохранения сеянцев сосны имелись лишь в зоне защитного влияния деревьев, которая в данном случае измерялась в 25-35 м. Здесь уже начинает сказываться характерная для ленточных боров Прииртышья приуроченность подростa к конусу тени [4].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абаева, К.Т., Муканов, Т.Ш., Устемиров, К.Ж. Влияние задымления на качество семян сосны обыкновенной в ленточных борах Прииртышья. Вестник с/х наук Казахстана. – Алматы. – май 2003.
2. Абаева, К.Т. и др. Лесная подстилка – ведущий фактор в последующей жизни всходов сосны в лесу. Вестник с/х наук Казахстана. – № 7. – 2001.
3. Правдин, Л.Ф. Задачи и методы современного лесного семеноводства. – М. : Гослесбумиздат, 1963.
4. Смирнов, В.Е. Содействие естественному возобновлению сосны в ленточных борах Западной Сибири. Лесное хозяйство. – № 11. – 1951.

*Материал поступил в редакцию 26.03.14.*

#### DEFINITION OF FACTORS OF DETERMINING RATE OF SEED HARVEST OF COMMON PINE

**К.Т. Abayeva<sup>1</sup>, А.Т. Serikbayeva<sup>2</sup>, А.А. Kopabayeva<sup>3</sup>, А.Т. Medelbekova<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Doctor of Economic Sciences, Professor,

<sup>2</sup> Candidate of Agricultural Sciences, Senior Teacher, <sup>3</sup> Master, Assistant, <sup>4</sup> Candidate for a Master's Degree  
Kazakh National Agrarian University (Almaty), Kazakhstan

**Abstract.** *As real sources of seeds, there are different seed plants and wood walls. However, influence of walls of the wood is limited to a strip in 40-50M width in connection with features of a rating of seeds. The spew of seeds, certainly, is carried out on the large square, but possibilities of seed sprouting and preservation of seedlings of a pine were available only in a zone of protective influence of trees, which in this case was measured in 25-35 m. Here already the confinedness of young growth to a shadow cone affects the characteristic for ribbon forests of Priirtyshje.*

**Keywords:** *forestry, forest stand, seeding cultures of pine, pine ordinary, needles.*

УДК 636.09:618.19-002.1(303.824)

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ ТКАНЕВЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ ГНОЙНО-КАТАРАЛЬНОМ ЭНДОМЕТРИТЕ КОРОВ

Ж.С. Бакишева<sup>1</sup>, А.А. Кукеева<sup>2</sup>

<sup>1</sup> докторант 2 курса, <sup>2</sup> магистрант 2 курса

Казахский Агротехнический Университет им. С. Сейфуллина (Астана), Казахстан

*Аннотация.* Статья посвящена определению основных свойств тканевых препаратов при гнойно-катаральном эндометрите коров.

*Ключевые слова:* ткань, гнойно-катаральный эндометрит, животноводство.

Основная задача развития животноводства – повышение цен на продукцию животноводства и увеличение поголовья скота через активацию репродуктивной деятельности коров, повышение качества. При ухудшении воспроизводительной деятельности коров наблюдается нетельность и бесплодие коров. В настоящее время в животноводстве наблюдается множество заболеваний, ведущих к огромному количеству расходов, в том числе и рассматриваемый нами эндометрит, который встречается часто и ведет к большим экономическим расходам [1,2].

Мы на практике убедились в том, что классификация бесплодия, предложенная А.П.Студенцевым на сегодняшний день оказывается точной. Потому что он раскрыл причины нарушения воспроизводства, раскрыл клинические признаки женского и мужского бесплодия у животных. По классификации Студенцова есть несколько видов бесплодия: врожденное, возрастное, симптоматическое, алиментарное, эксплуатационное, климатическое, приобретенное (возникло с течением времени и целенаправленно) [3].

Актуальность темы. Технология современного животноводства оказывает отрицательное влияние на производственный комплекс, то есть приводит к увеличению числа искусственного бесплодия.

Неправильный рацион, нехватка активного моциона, хроническая лактация коров приводит к нарушению обмена веществ и снижает резистентность организма.

К такому питанию и уходу очень чувствительны черно-пегие коровы. Так как в организме животных появляется от активного обмена веществ. В результате у коров продлевается период сервиса и индекс осеменения.

На основании вышеизложенного возникает необходимость составления высокоэффективной системы предупреждения и лечения без антибиотиков нарушений репродуктивных функций после отела.

Цель исследовательской работы установление эффективной дозы комплексного применения тканевых препаратов вместе с другими биологически активными препаратами.

Задачи работы:

- знать частоту и причину возникновения эндометрита у коров в хозяйстве;
- влияние тканевых препаратов на биохимический и иммунный статус коров, заболевших эндометритом;
- обработка системы комплексного использования тканевых препаратов и других биологически активных веществ;
- организация мероприятия в целях лечения различных видов эндометрита;

Практическая часть данной работы проведена в хозяйстве АФ «Родина». Научно-исследовательская часть была проведена на кафедре «Ветеринарная медицина» факультета «Ветеринария и животноводство» Казахского Агротехнического Университета им. С. Сейфуллина и в Биотехнологическом научно-исследовательском институте университета.

В качестве объектов исследования были взяты черно-пегие коровы, они были на пастбищах и в местах стойбищ. В экспериментальных и производственных опытах участвовало 20 голов коров, 12 коровам, заболевшим эндометритом были проведены иммунологические и биохимические исследования крови. В исследовательских работах были использованы методы, используемые в ветеринарной отрасли.

Для проведения исследований были образованы 4 группы, состоящие из 4 голов скота.

1 группа – опытная группа

2 группа – опытная группа

3 группа – опытная группа

4 группа – группа наблюдения

В первую очередь для полного исследования и определения отдельных сторон течения эндометрита сравнительно определили биологическое состояние коров, заболевших эндометритом и здоровых коров. С этой целью были созданы три группы. В 1, 2, 3 группах по четыре головы коров, заболевших эндометритом, в четвертой – 4 головы – группа наблюдения.

Подытоживая исследования можно сказать о том, что «Тканевый препарат» и «Ихглуковит» обладают общими стимулирующими (активизирующими) свойствами. Несмотря на это показатели изменения состава крови и сыворотки крови оказались не ниже физиологических норм.

**Конечно, несмотря на вид эндометрита** плановые исследования, своевременное лечение больного скота эффективными и быстродействующими препаратами приводит к уменьшению заболеваний в любом хозяйстве.

При исследованиях биохимических показателей крови здоровых и больных коров столкнулись с разными патогенетическими явлениями, узнали стадии развития воспалительного процесса.

Таблица 1

**Биохимические показатели здоровых коров и коров, больных гнойно-катаральным эндометритом АО «Родина»**

Показатели	Здоровые коровы М±m	Больные коровы М±m
Общий белок, г/л	74,6 ± 1,0	63,9±1,0
Альбумины, %	47,6±1,0	44,3±0,9
α-глобулин, %	12,7±0,9	11,46±0,5
β-глобулин, %	15,8±1,0	18,46±0,7
γ-глобулин, %	23,9±1,0	25,76±1,1
Общий кальций, ммоль/л	2,4±0,09	1,8±0,08
Глюкоза, ммоль/л	1,7±0,03	1,03±0,05

В результате выявлено, что в крови больных коров общий белок по сравнению с общим белком здоровых коров ниже на 14,3 %. По этой причине у больных коров наблюдается гипопротенемия. Возможно по этой причине происходит воспалительный процесс в организме и понижена резистентность коров.

Изменился не только состав общего белка, но и его фракции. В сыворотке крови больных коров количество альбумина по сравнению со здоровыми коровами от 47,6±1,0% до 44,1±0,9%, т.е. снижено на 7,4%. Точно так же в сыворотке крови α-альбумин составляет 9,8%. Этот показатель говорит о том, что и в организме коровы происходит воспалительный процесс. Если у здоровых коров γ-альбумины 23,9±1,0%, у коров, заболевших гнойно-катаральным воспалением вымени составляет 25,76±1,1%, т.е. повышено на 7,2%.

Таблица 2

**Динамические показатели обмена общего белка в сыворотке крови коров**

Группа	Срок лечения	Биохимические показатели				
		Общий белок, г/л	Альбумины, %	α-глобулин, %	β-глобулин, %	γ-глобулин, %
1-я группа	До лечения	63,7 ± 1,0	44,1±0,7	11,4±0,5	18,4±1,0	26,1±1,0
	Через 3 дня	66,7±1,0	44,5±0,2	11,5±0,8	18,4±1,0	26,1±1,0
	Через 6 дней	73,3±1,0	45,6±0,2	12,3±0,7	16,0±0,8	26,1±1,2
	Через 9 дней	80,9±1,0	46,8±0,5	13,7±0,5	14,2±1,0	25,3±1,0
2-я группа	До лечения	63,9±1,0	44,6±0,9	11,5±0,8	18,6±0,4	25,3±1,1
	Через 3 дня	69,3±1,0	45,3±0,8	12,6±0,4	17,2±0,7	24,9±1,1
	Через 6 дней	76,2±1,3	46,2±0,6	13,1±0,4	16,0±0,8	24,7±1,1
	Через 9 дней	80,5±1,8	47,8±0,8	13,8±0,3	14,3±0,4	24,1±1,1
3-я группа	До лечения	64,1±1,0	44,2±0,9	11,5±0,4	18,4±0,1	25,9±1,1
	Через 3 дня	70,3±1,0	46,5±0,5	12,9±0,8	16,6±1,0	24,0±1,0
	Через 6 дней	77,6±1,0	47,7±0,7	13,5±0,6	15,1±0,9	23,7±1,0
	Через 9 дней	84,0±1,0	48,6±0,7	14,2±0,4	14,2±0,9	23,3±1,1

В третьей группе, в которой проводилось лечение предложенным нами «Тканевым» препаратом поднялся показатель белка. На третий день лечения поднялся до 70,3±1,0г/л, по сравнению с 1 и 2 группами выше на 5,1% и 1,4% соответственно.

Поднялся не только белок, во время лечения были обнаружены некоторые изменения в составе их фракций. В молоке три вида белков – казеин, альбумин и глобулин. Большинство белков в молоке коровы – казеин. Он занимает 80% всех белковых веществ, а остальные 20% приходятся на долю альбумина и глобулина. Альбумины и глобулины – широко распространены в частях организма животных и людей, в их тканях. Альбумины растворяются в воде, молекулярная масса доходит до 15-70 тыс, содержание глицина в составе –1%.

Таблица 3

Показатели клеточной части иммунной системы здоровых и больных коров (n = 10)

Показатели	Здоровые коровы	Больные коровы	P
Общее количество лейкоцитов $\times 10^3$	7,7 $\pm$ 0,72	9,9 $\pm$ 0,3	P<0,05
Нейтрофилы %	32,34 $\pm$ 1,78	25,9 $\pm$ 1,9	P<0,01
Лимфоциты %	38,83 $\pm$ 2,13	50,0 $\pm$ 2,24	P<0,01
Крупные грануляционные лимфоциты %	7,82 $\pm$ 0,86	4,02 $\pm$ 0,24	P<0,001
Моноциты %	6,4 $\pm$ 0,2	10,7 $\pm$ 1,32	P<0,01
T-лимфоциты %	36,6 $\pm$ 3,1	22,8 $\pm$ 2,34	P<0,01
T-супрессоры %	8,9 $\pm$ 0,8	12,35 $\pm$ 1,9	P<0,05
T-хелперы %	23,3 $\pm$ 2,2	16,8 $\pm$ 1,22	P<0,01
Индекс T х/Tс	2,90 $\pm$ 0,2	1,63 $\pm$ 0,2	P<0,05
B-лимфоциты %	23,5 $\pm$ 3,02	17,48 $\pm$ 1,21	P<0,05
O-лимфоциты %	34,7 $\pm$ 5,42	62,0 $\pm$ 4,72	P<0,05
Фагоцитоз %	43,42 $\pm$ 4,75	28,9 $\pm$ 2,7	P<0,01

Вследствие воспалительных процессов в организме наблюдается повышение общего количества лейкоцитов по сравнению со здоровыми коровами на 29,18% (P<0,05), а количество иммунокомпонентных клеток подвержено изменениям: количество нейтрофилов в группе здоровых коров по сравнению со здоровыми коровами ниже на 19,2% (P<0,05), количество лимфоцитов и моноцитов, наоборот, повышено на 29,1 и 69,03 (P<0,01) соответственно. Следует сказать, что в крови больных коров количество крупных грануляционных лимфоцитов снижено до 2,1 раз, они функционируют в киллерской активности. Было обнаружено понижение T-родства количественного курса отдельных классов лимфоцитов в крови у коров на 38,1% (P<0,01) и существенное повышение O-родства на 79,82%.

1. Среди причин эндометрита коров в указанном хозяйстве можно назвать не полное выполнение ветеринарных санитарных мер, т.е. не своевременное проведение исследований с использованием специальных тестов.

2. Для определения изменений, происходящих в организме коров, заболевших эндометритом были проведены биохимические исследования сыворотки крови, в результате было обнаружено пониженное содержание общего белка у больных коров по сравнению со здоровыми коровами на 14,3%.

3. Комплекс проведенных иммунобиологических исследований, показал, что изменения, происходящие в организме коров приводят к гуморальным изменениям. В иммунологических показателях крови наблюдаются коренные изменения, в частности в крови у больных коров количество B-лимфоцитов снижено на 26,8%, а лейкоциты повышены на 29,18%, лимфоциты и моноциты повышены на 29,1% и 69,03% соответственно.

4. Комплексное применение тканевого препарата и препарата "Ихглюковит" является выгодным с экономической точки зрения. Результаты лечения коров третьей группы по сравнению с показателями 1-ой и 2-ой групп сократились на 2 и 3 дня.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Әбдірахманов, Т.Ж. Ветеринариялық акушерлік және гинекология: Оқулық. – Астана, 2011.
2. Гончаров, В.П., Карпов, В.А., Якумчук, И.Л. Профилактика и лечение маститов у животных. – Москва : Россельхозиздат, 1987. – С. 3-4, 31-38.
3. Студенцов, А.П., Шипилов, В.С., Субботина, Л.Г., Преображенский, О.Н. Под ред. В.С. Шипилова. Ветеринарное акушерство и гинекология (учебник). – М. : Колос, 2000. – 446 с.

Материал поступил в редакцию 27.03.14.

#### PROPERTY MEASUREMENT OF TISSUE SPECIMEN AT SORDID-CATARRHAL ENDOMETRITIS OF COWS

Zh.S. Bakisheva<sup>1</sup>, A.A. Kukeeva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doctoral Candidate of the 2 Course, <sup>2</sup> Candidate for a Master's Degree of the 2 Course  
S. Seifullin Kazakh Agro Technical University (Astana), Kazakhstan

**Abstract.** The article is devoted to measurement of the main properties of tissue specimen at sordid-catarrhal endometritis of cows.

**Keywords:** tissue, sordid-catarrhal endometritis, animal husbandry.

УДК 635.21:631.55(477.46)

**ОЦЕНКА СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ РАННЕСПЕЛОГО В ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ****Н.В. Воробьева<sup>1</sup>, Е.И. Ульянич<sup>2</sup>**<sup>1</sup> соискатель, преподаватель кафедры овощеводства, <sup>2</sup> доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Уманский национальный университет садоводства, Украина

**Аннотация.** На сегодня новые сорта картофеля преобладают над старыми по урожайности, но выращивание таких сортов в производстве и в отдельных грунтовых и климатических условиях не всегда дает желаемый эффект. Такое явление обусловлено недооценкой признаков экологической пластичности сорта, что особенно важно для картофеля. Так, отбор раннеспелых сортов, адаптированных для Лесостепи с коротким вегетационным периодом должен соответствовать требованиям. В статье приведены результаты исследования по изучению сортов картофеля раннеспелого, особенности прохождения растениями фенологических фаз роста и развития, урожайность в Лесостепи Украины.

**Ключевые слова:** картофель раннеспелый, сорт, высота растений, количество стеблей, урожайность.

Картофель – одна из наиболее универсальных сельскохозяйственных культур в Украине, а клубни – распространенный продукт питания. По содержанию питательных веществ он занимает одно из первых мест среди пищевых культур. Кормовую ценность его определяют клубни. Всего в клубнях насчитывают более 70 ценных соединений и элементов. Однако их содержание непостоянно и изменяется в зависимости от сорта, погодных условий вегетационного периода и особенностей выращивания [1,5].

Используют картофель как продукт питания, кормовую культуру, сырье для крахмальной, спиртовой, химической, текстильной, кондитерской и других отраслей промышленности [3].

Посевные площади под картофелем в Украине занимают более 1,6 млн. га. Большинство хозяйств получают довольно низкую урожайность 100-140 ц/га, в то время как потенциальная урожайность этой культуры 1000-1300 ц/га. В связи с этим возникает необходимость разработки мероприятий по увеличению урожайности и улучшения качества клубней [2, 4].

**Материалы и методика исследований.** Опыт проводили в учебном хозяйстве Уманского национального университета садоводства в течении 2011–2013 гг. Изучали сорта картофеля раннеспелого: Серпанок (контроль), Ред Скарлет, Латона, Беллароза, Каррера, Забава, Тирас, районированных на территории Украины. Клубни высаживали во второй – третьей декаде апреля по схеме 70x35 см с плотностью 40,8 тыс. растений на 1 га. Площадь учетной делянки 20 м<sup>2</sup>, повторение четырёхкратное.

За период вегетации проводили фенологические наблюдения и биометрические измерения растений по общепринятым методикам. Применяли дисперсионный метод обработки данных. Технологические приемы соответствовали общепринятым рекомендациям для выращивания картофеля в Украине.

**Результаты исследований.** Исследования показали, что фенологические особенности сортов картофеля раннеспелого отличались соответственно своим биологическим особенностям. Продолжительность отдельных фенологических фаз роста и развития растений картофеля в зависимости от сорта проходила с некоторыми различиями. Так, начало отдельных фенологических фаз раньше наблюдалось у сортов Ред Скарлет и Тирас, а позже – у сортов Забава и Латона (табл. 1).

Таблица 1

**Продолжительность фенологических фаз роста и развития растений в зависимости от сорта (среднее за 2012-2013 гг.), суток**

Сорт	Посадка – появление всходов	Появление всходов – бутонизация	Бутонизация – цветение	Цветение – отмирание ботвы	Продолжительность вегетационного периода
Серпанок (контроль)	18	25	4	39	86
Латона	24	26	6	40	96
Беллароза	22	24	7	41	94
Ред Скарлет	16	23	5	29	73
Каррера	23	26	6	33	88
Забава	24	28	7	39	98
Тирас	17	24	5	38	84

Во время вегетации картофеля до периода цветения наблюдалась отмеченная закономерность. Рост и развитие растений повлияли на начало образования клубней. Сорта Ред Скарлет и Тирас прошли соответствующую фазу в начале первой декады июня, а остальные – в середине первой декады июня.

Продолжительность вегетационного периода показала, что в условиях Украины по сравнению с контролем наиболее раннеспелыми были сорта картофеля Ред Скарлет и Тирас, вегетационный период которых составлял 73 и 84 суток.

С целью определения влияния условий выращивания на рост и развитие растений сортов картофеля были проведены биометрические измерения. Исследования показали, что в фазе начала роста после всходов выше были растения сортов Беллароза, Серпанок, Забава, высота которых составляла 7,3-8,2 см (рис. 1).

В период усиленного роста вегетативной массы растений картофеля более высокими показателями по сравнению с контролем отличились сорта Ред Скарлет, Латона и Каррера, высота которых составила 25,1-29,4 см.

Однако в период цветения более высокими оказались растения сортов Латона и Каррера, где данный показатель находился на уровне 60,7-63,3 см.

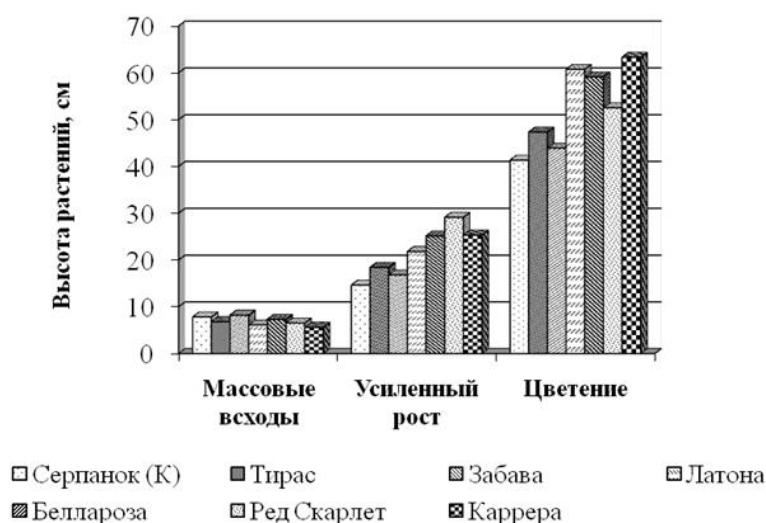


Рис. 1. Динамика нарастания высоты растений картофеля в зависимости от сорта (среднее за 2011–2013 гг.), см

Установлено, что с увеличением высоты растений увеличивалось также количество листьев. Облиственность растений сортов картофеля в период цветения в среднем за 2011–2013 гг. достигла величины 37,5–67,9 шт./раст. (табл.2). Наибольшей она была у сорта Ред Скарлет – 67,9 шт./раст., а меньше у сорта Забава 37,5 шт./раст. Площадь листьев у растений в период цветения больше была у сорта Каррера 31,4 тыс. м<sup>2</sup>/га, что по сравнению с контролем позволило получить прибавку 7,6 тыс.м<sup>2</sup>/га. Меньшим данный показатель был у сортов Латона и Беллароза – 31,1-30,9 тыс. м<sup>2</sup>/га соответственно.

Таблица 2

Биометрические показатели сортов картофеля раннеспелого в фазу цветения

Сорт	Количество листьев, шт./раст.				Площадь листьев, тис. м <sup>2</sup> /га			
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее за три года	2011 г.	2012	2013 г.	среднее за три года
Серпанок (К*)	45,3	27,9	41,3	38,2	29,4	15,3	26,8	23,8
Латона	59,9	36,0	48,8	48,2	38,9	22,7	31,7	31,1
Беллароза	82,5	40,8	63,4	62,2	37,7	26,1	28,9	30,9
Ред Скарлет	76,0	58,2	69,4	67,9	33,7	23,4	30,7	29,3
Каррера	51,5	35,6	40,2	42,4	38,0	24,7	31,6	31,4
Забава	47,6	29,2	35,7	37,5	29,8	19,4	25,2	24,8
Тирас	49,5	30,8	41,2	40,5	32,1	19,7	26,7	26,2
НСР <sub>05</sub>	2,9	1,8	2,4		1,7	1,1	1,4	

Стеблестой на площади состоит из количества кустов и стеблей в каждом из них (табл. 3). Данные таблицы свидетельствуют, что количество стеблей достигало уровня 3,4-5,5 шт./куст. Выше данный показатель наблюдался у сортов Каррера и Латона, что превышало контроль на 2,1 шт./куст.

Рассматривая показатель количества стеблей на 1 га, следует отметить, что меньшим данный показатель был у контрольного сорта Серпанок – 138,7 тыс. шт./га. Количество стеблей на уровне контроля образовали растения сорта Забава – 146,9 тыс. шт./га. Самыми высокими показателями отличались сорта картофеля раннеспелого Каррера и Латона – 224,5 тыс. шт./га.

Однако количество стеблей на гектаре оказалась недостаточной, согласно рекомендациям Министерства аграрной политики и продовольства Украины для ранних и среднеранних сортов оптимальный стеблестой составляет 250 тыс. шт./га.

Таблица 3

**Стеблеобразовательная способность сортов картофеля**

Сорт	Количество стеблей в кусте, шт.				Количество стеблей на 1 га, тыс. шт.			
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее за три года	2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее за три года
Серпанок (контроль)	3,0	3,8	3,4	3,4	122,4	155,1	138,7	138,7
Латона	6,2	4,8	5,4	5,5	253,1	195,9	220,4	224,5
Беллароза	6,5	3,8	5,0	5,1	265,3	155,1	204,1	208,2
Ред Скарлет	5,3	4,7	5,1	5,0	216,3	191,8	208,2	204,1
Каррера	6,2	4,9	5,5	5,5	253,1	200,0	224,5	224,5
Забава	4,0	3,1	3,7	3,6	163,3	126,5	151,0	146,9
Тирас	4,9	3,7	4,1	4,2	200,0	151,0	167,3	171,4
НСР <sub>05</sub>	0,3	0,2	0,2		10,5	8,4	9,4	

Важным показателем в определении эффективности картофеля есть продуктивность растения и урожайность с единицы площади. Проведенные исследования показали, что погодные условия года и биологические особенности сорта имеют значительное влияние на урожайность картофеля раннеспелых сортов в Лесостепи Украины (табл. 4).

Таблица 4

**Урожайность картофеля раннеспелого в зависимости от сорта, т/га**

Сорт	Год исследования				± к контролю
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	среднее за три года	
Серпанок (контроль)	18,7	16,6	17,1	17,5	–
Латона	38,1	25,5	31,2	31,6	+14,1
Беллароза	34,1	23,2	26,2	27,8	+10,3
Ред Скарлет	28,2	19,8	24,8	24,3	+6,8
Каррера	37,3	22,8	29,6	29,9	+12,4
Забава	19,6	17,1	18,2	18,3	+0,8
Тирас	19,8	17,4	18,9	18,7	+1,2
НСР <sub>05</sub>	1,5	1,0	1,2		

Так, за данными таблицы высоким уровнем урожайности отличился 2011 г., в котором растения картофеля в зависимости от сорта создали от 18,7 до 38,1 т/га, чему способствовало достаточное количество осадков



и высокая влажность почвы и воздуха. В этом году по урожайности отличился сорт Латона, который показал результат на уровне 38,1 т/га, что превышает контроль на 19,4 т/га. Благоприятные условия произрастания растений способствовали образованию большего количества клубней, а, соответственно, большему количеству их в кусте и, соответственно, высшей урожайности.

В 2012 г. урожайность картофеля имела низкие показатели. Установлено, что воздушная засуха в июле-августе 2012 года негативно повлияла на урожайность культуры, поскольку картофель не выдерживает высоких температур. Таким образом, выше урожайности за соответствующий год отмечался у сорта Латона – 25,5 т/га. Низкая урожайность в засушливых условиях 2012 года оказалась у сортов Серпанок, Забава, Тирас – 16,6-17,4 т/га. Промежуточные показатели наблюдались у сортов Беллароза, Ред Скарлет, Каррера – 22,8-23,2 т/га.

В 2013 г. урожайность картофеля отличилась промежуточными показателями. Высокий уровень урожайности картофеля обусловлен предыдущими показателями, и данные таблицы 4 показывают, что лучший уровень урожайности отмечено у сорта Латона – 31,2 т/га, что, по сравнению с контролем сортом Серпанок, урожайность которого составила 17,1 т/га, позволило получить надбавку урожая 14,1 т/га. Также, достаточно высокой урожайностью отмечались сорта картофеля Каррера и Беллароза – 29,6 и 26,2 т/га соответственно. Меньшими показателями урожайности отличились сорта Забава и Тирас – 18,2–18,9 т/га.

По качественным показателям лучшими были сорта картофеля раннеспелой Латона, Ред Скарлет, в которых количество крахмала достигла уровня 16–16,5 %, а витамина С – 19,0-19,1 %.

**Заключение.** Установлено, что лучшими сортами для Лесостепи Украины являются сорта картофеля раннеспелого Латона, Каррера, Беллароза, которые позволяют дополнительно получить 10,3-14,1 т/га.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бондарчук, А.А. Стан і пріоритетні напрями розвитку галузі картоплярства в Україні / А.А. Бондарчук // Картоплярство. – 2008. – № 37. – С. 7-13.
2. Картопля: енциклопедичний довідник / за ред. А.А. Бондарчука, М.Я. Молоцького. – Біла Церква, 2009. Т. 4. – 222 с.
3. Кучко, А.А. Фізіологічні основи формування врожаю і якості картоплі / А.А. Кучко, В.М. Мицько. – К. : Довіра, 1997. – С. 19-22.
4. Молоцький, М.Я. Поради картопляру-аматору. – Біла Церква, 2005. – 168 с.
5. Цікаве картоплярство: Наукові статті / Теслюк П.С., Власенко М.Ю., Купріянов В.П., Куценко В.С. – Луцьк : Надстир'я, 2009 – 292 с.

Матеріал поступил в редакцію 27.03.14.

#### ASSESSMENT OF GRADES OF EARLY POTATOES IN THE FOREST-STEPPE OF UKRAINE

N.V. Vorobyova<sup>1</sup>, E.I. Ulyanich<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Degree-seeking Student, Teacher of the Vegetable Growing Department, <sup>2</sup> Doctor of Agricultural Sciences, Professor Uman National University of Horticulture, Ukraine

**Abstract.** For today, new grades of potatoes prevail over old on productivity, but cultivation of such grades in production and in certain soil and climatic conditions not always gives desirable effect. Such phenomenon is caused by underestimation of signs of ecological plasticity of a grade that is especially important for potatoes. Therefore, the selection of the early grades adapted for the Forest-steppe with the short vegetative period has to conform to requirements. The results of research on studying of grades of early potatoes, features of phenological growth stages and development, productivity in the Forest-steppe of Ukraine are given in the article.

**Keywords:** early potatoes, grade, height of plants, quantity of stalks, productivity.

УДК 631.51:635.65

## СБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

**Р.Х. Карипов**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина (Астана), Казахстан

**Аннотация.** Исследования показали, минимальная и нулевая технология возделывания зернобобовых культур (горох, нут) способствует наиболее полному накоплению влаги в почве и рациональному ее использованию по сравнению с традиционной технологией, основанной на интенсивных обработках, предотвращению эрозии, повышению урожайности культур на 2,1-3,8ц/га и снижению технологических затрат 14,2-21,9%.

**Ключевые слова:** минимальная, нулевая, традиционная, берегающая, горох, нут, сухая степь.

Исследования зарубежных и отечественных ученых показывают, что представления о необходимости интенсивных механических обработок почвы в значительной мере преувеличены, поскольку при этом в большинстве случаев происходит нарушение динамического равновесия в экологической системе почва-растение-окружающая среда.

В современных условиях концепция сухого земледелия в условиях Северного Казахстана также нуждается в коррекции с переводом его на адаптивно – влагоресурсосберегающую основу [1]. По мнению В.И. Двуреченского, С.И. Гилевича [2] отказ от традиционной обработки почвы и замена на минимальную и нулевую диктуется, прежде всего, необходимостью сбережения почвенной влаги, энергетических, материальных и трудовых ресурсов, предотвращения эрозионных процессов. М.К. Сулейменов [3], на основе опытных данных в Северном Казахстане, отмечает, что не может быть однозначного вывода в отношении обработки почвы для разных почвенных и ландшафтных условий. Поэтому для уменьшения интенсивности обработки почвы в сухостепной зоне с темно-каштановыми почвами необходимо, прежде всего, точно знать ее влияние на почву и через нее на растение.

Целью настоящих исследований явилась выявление возможности минимизации обработки почвы в плодосменном севообороте под посев зернобобовых культур. Опыты проводились на темно-каштановой карбонатной среднесуглинистой почве с содержанием гумуса в пахотном слое 3,5 %.

При этом изучались следующие технологии обработки почвы:

1. Традиционная (контроль): послеуборочное глубокое рыхление ПГ–3-5 на 22-25см, ранневесеннее боронование БМШ-15 в третьей декаде апреля, предпосевная культивация ОП – 8 на 6-8см, посев гороха и нута посевными комплексами «Джон-Дир 1836» со стрелчатыми лапами, Опрыскивание посевов по вегетирующим сорнякам гербицидом Фюзелад Супер с нормой 1,5 л/га в фазе 4-5 листьев культуры.

2. Минимальная: послеуборочное рыхление чизельным рыхлителем РЧ-4 на глубину 23-25см, предпосевное внесение гербицида Спрут в норме 2 л/га за 8 дней до посева, посев гороха и нута в оптимальные сроки посевными комплексами «Джон-Дир 1836» с анкерными сошниками;

3. Нулевая: предпосевное внесение гербицида Спрут в норме 2 л/га за 8 дней до посева, посев гороха и нута в оптимальные сроки посевными комплексами «Джон-Дир 1836» с анкерными сошниками.

При решении проблемы минимизации обработки почвы необходимо исходить из общеизвестного положения о том, что основная функция обработки почвы заключается в оптимизации ее плотности и структурного состояния. Поэтому она востребована лишь в том случае, если равновесная плотность сложения почвы превышает оптимальное значение для возделываемой культуры, В противном случае традиционные представления о необходимости регулярного рыхления почвы в значительной мере преувеличены.

Исследования показали, что перед посевом гороха между вариантами опыта по плотности почвы наблюдалось некоторое различие. Так по традиционной технологии обработки объемная масса пахотного слоя почвы составила 0,94г/см<sup>3</sup>, на варианте с минимальной технологией 1,09 г/см<sup>3</sup>. Наиболее плотное сложение пахотного слоя почвы наблюдалось на нулевом варианте, где объемная масса составила 1,12 г/см<sup>3</sup>. При этом общая скважность составила 57,3%. Следует отметить, что для зерновых культур оптимальная скважность в сухостепной зоне составляет 48-55%. В последующем почва в результате естественного оседания постепенно уплотнялась вплоть до уборки. Известно, что для каждого вида растений существует оптимальная плотность почвы. Для большинства зерновых культур она составляет 1,2-1,3 г/см<sup>3</sup>. При этом оптимальное содержание воздуха для зерновых культур составляет 15-20% от общей скважности и достигается наиболее влагобережливое строение пахотного слоя почвы. С этой точки зрения минимальная и нулевая технологии обработки наиболее предпочтительны. Так, перед уборкой гороха объемная масса слоя почвы 0-30см составила 1,19-1,27 г/см<sup>3</sup>, а общая скважность – 51,5-54,5%. Аналогичная картина по плотности между вариантами опыта наблюдалась и по нуту, с той лишь разницей, что здесь почва в целом по опыту оказалась несколько плотнее, чем по гороху.

Следует отметить, по мнению многих исследователей в засушливых условиях на карбонатных среднесуглинистых и легких почвах зерновые меньше страдают от плотной почвы, чем от рыхлой.

В регионе вследствие эрозионных процессов наносится существенный ущерб окружающей среде и, в первую очередь, почвенному покрову. Одним из факторов, вызывающим ветровую эрозию, является интенсив-

ная механическая обработка почвы, особенно в сухом состоянии. При этом происходит разрушение почвенной структуры и растительного покрова. Исследования показали, что комковатость (содержание агрегаты крупнее 1 мм в диаметре) пахотного слоя (0-20 см) почвы на вариантах опыта оказалась на уровне 83,5-87,9% с тенденцией увеличения по минимальной и нулевой технологии. Одним из ценных свойств почвенной структуры - это ее водопрочность. Как показали наши исследования, она оказалась недостаточно прочной. Так, по варианту с традиционной технологией в поверхностном слое почвы перед посевом гороха и нута водопрочных агрегатов размером больше 1 мм содержалось соответственно 47,4 и 53,2%, а на нулевом варианте - 68,4 и 65,2%. При этом эродированность по вариантам опыта составила соответственно 138,7 и 17,8 г за 5 мин. экспозиции.

Уменьшение числа и глубины механических обработки почвы, как одно из направлений минимизации, получило широкое распространения в странах с интенсивным земледелием: США, Германия, Англия, Франция, Венгрия, Румыния и т.д. В штатах Северная Дакота (США) в опытах E.J. Deibert [4] было установлено что при минимальной и нулевой технологиях запасы продуктивной влаги к моменту посева яровой пшеницы были выше, чем на полях, где проводили интенсивную обработку. Аналогичные результаты получены в провинции Манитоба (Канада) в исследованиях E. Gauer, C.F. Shaykewich, E.N. Stobbe [5].

В местных условиях лимитирующим фактором урожайности культур является влага, запасы которой в почве формируются исключительно за счет атмосферных осадков, в основном осенне-зимнего периода. Благодаря наличию стерни на минимальном и нулевом вариантах снежный покров был значительно большей мощностью и перед началом снеготаяния запасы воды в снеге здесь составили соответственно 130,5 -132,0 мм, тогда как на варианте с традиционной технологией всего лишь 94,5 мм. При этом на нулевом варианте без механической обработки снег ложился более равномерно и снегонакопление началось значительно раньше, чем при традиционной технологии. Исключение зяблевой обработки почвы не оказало существенного влияния и на впитывание осенне-зимних осадков в почву. Это объясняется тем, что темно-каштановые почвы в сухом состоянии обладают достаточной водопроницаемостью вследствие наличия большой сети трещин (рисунок 1).



Рисунок 1. Трещины на поверхности почвы

Кроме того, эти почвы способны к «саморыхлению» за счет периодического увлажнения и высыхания, промерзания и оттаивания. Умеренно плотное сложение пахотного слоя почвы на этих вариантах оказало положительное влияние на качество посевных работ (более равномерная заделка семян, лучший контакт высеянных семян с почвой) и способствовало снижению испарения почвенной влаги.

Перед посевом гороха наибольшее количество влаги в метровом слое почвы содержалось на варианте с нулевой и минимальной технологией и составило соответственно 102 и 107 мм, что на 19 и 14 мм больше, чем при традиционной обработке почвы (таблица 1).

Таблица 1

**Динамика запасов влаги в метровом слое почвы в зависимости от технологии обработки почвы, мм**

Варианты	Перед посевом	В фазе ветвления	В фазе цветения	Перед уборкой
Горох				
1 Традиционная (контроль)	88	79	134	73
2 Минимальная	107	96	131	71
4 Нулевая	102	92	127	70
НСР <sub>05</sub>	13,8	11,5	12,4	8,7
Нут				
1 Традиционная	103	86	127	67
2 Минимальная	117	105	132	66
4 Нулевая	115	101	122	69
НСР <sub>05</sub>	9,0	13,4	17,4	8,1

Аналогичная картина наблюдалась и перед посевом нута. В фазе ветвления культур запасы влаги в метровом слое почвы по вариантам опыта снизились до 79-96 мм, по гороху и 86-117 мм по нуту, что применительно к сухостепной зоне можно считать вполне удовлетворительными. Обильные осадки, выпавшие во второй половине лета, существенно пополнили запасы влаги в почве и обеспечили хорошие условия влагообеспеченности растений

гороха и нута критические фазы их роста. Перед уборкой урожая в опытах наблюдалось повышенное содержание влаги в почве, которые остались неиспользованными и не принимали участие в формировании урожая.

По мнению ряда исследователей минимизация обработки почвы часто приводит к увеличению засоренности посевов. Учет сорняков показал, что пред посевом гороха количество сорняков в среднем составила 28,4-37,4 шт./м<sup>2</sup>, нута – 27,4-32,8 шт./м<sup>2</sup>, что соответствует средней степени засоренности. Видовой состав сорняков был весьма разнообразным. Среди них доминировал из многолетников бодяк полевой (*Cirsium arvense*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), молочай лозный (*Euphorbia virgata*). Малолетние сорняки были представлены, главным образом, злаковыми представителями. Это – овсюг обыкновенный (*Avena fatua*), щетинники (*Setaria viridis*) и куриное просо (*Echinochloa crus galli*).

Перед уборкой урожая в среднем по вариантам опыта количество сорняков составила: по гороху 6,1-7,0 шт./м<sup>2</sup>, по нуту – 7,3-7,9 шт./м<sup>2</sup>, что значительно ниже экономического порога вредоносности. Это свидетельствует о том, что при использовании плодосменных севооборотов и умелом применении современных гербицидов полное или частичное исключение механических обработок почвы не приводит к росту численности сорняков в посевах.

Технология возделывания культур, особенно, предпосевных и посевных работ, оказывает непосредственное влияние на условия прорастания и полевую всхожесть семян. Исследование показали, что наиболее дружные всходы гороха и нута, полнота их отмечены на вариантах со сберегающей технологией возделывания. Особенно это заметно на нулевом варианте, где механические обработки почвы были исключены полностью. Так, в фазе полных всходов гороха на варианте с нулевой технологией было 69 растений в одном квадратном метре, тогда как на варианте с традиционной технологией их было 58 растений. При этом в первом случае полевая всхожесть составила 65,1%, во втором – 76,6 %. Это объясняется тем, что семена на минимальном и нулевом вариантах при посеве посевным комплексом Джон-Дир 1820, оборудованным долотообразными сошниками, заделывались более равномерно. Они имели хороший контакт с почвой, что способствовало дружному и более полному их прорастанию. Коэффициент вариации глубины заделки семян на этом варианте составил 8,4%. Наибольший разброс семян по глубине наблюдался при посеве сеялкой Джон – Дир 1820 со стрелчатными сошниками на варианте с традиционной технологией. Коэффициент вариации глубины заделки семян на этом варианте составил 19,6%.

Превышение урожайности гороха на минимальном и нулевом вариантах в сравнении с традиционной составило соответственно 3,8 и 2,6 ц/га. Менее эффективным оказалась сберегающая технология при возделывании нута. Здесь разница на минимальном варианте составила 2,6 ц/га, а на нулевом – 1,2 ц/га

Весьма важным достоинством минимизации обработки почвы, по мнению ряда исследователей, является сокращение затрат на ГСМ, амортизацию техники и экономия трудовых ресурсов.

В наших исследованиях затраты на возделывание гороха на минимальном и нулевом вариантах в сравнении с контролем снизились на 14,4-20,1%, нута – 11,4-16,4%. При этом наибольший чистый доход получен на варианте с минимальной технологией: по гороху он составил 135382 тенге, на нулевом варианте – 132123 тенге против 112273 тенге на варианте с традиционной технологией; по нуту превышение чистого дохода на минимальном и нулевом вариантах по отношению к контролю составила соответственно 21,9 и 14,2 %.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каскарбаев, Ж.А. Современные проблемы почвозащитного земледелия и перспективы зернового хозяйства в засушливой степи Северного Казахстана // Современные проблемы почвозащитного земледелия и пути устойчивости зернового производства в степных регионах. – Астана : Шортанды, 2006. – С. 67-77.
2. Двуреченский, В.И., Гилевич, С.И. К вопросу обоснования необходимости перехода на новые ресурсо- и влаго-сберегающие технологии при возделывании зерновых культур // Вестник Сельскохозяйственной науки Казахстана науки. – 2005. – № 10. – С. 37-41.
3. Сулейменов, М.К. Основы ресурсосберегающей системы земледелия в Северном Казахстане – плодосмен и нулевая или минимальная обработка почвы. – Астана : шортанды, 2011. – С. 16-27.
4. Deibert, E.J. The role soil physical properties in managing reduce tillage systems. - North Dakota farm research. – 1983. – v. 41. – N 1. – p. 30-33.
5. Gauer, E., Shaykewich, C.F., Stobbe, E.N. Soil temperature and soil water under zero tillage in Vanitoba. – Canadian journal Soil Science. – 1982. – v.62. – N 2. – p. 46.

Материал поступил в редакцию 03.03.14.

#### SAVING CULTIVATION TECHNOLOGY OF PULSE CROPS IN THE ARID STEPPE ZONE OF THE NORTH KAZAKHSTAN

**R.H. Karipov**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor  
S. Seyfullin Kazakh Agro Technical University (Astana), Kazakhstan

**Abstract.** Researches showed, the minimum and zero cultivation technology of pulse crops (peas, gram chicklings) promotes the fullest accumulation of moisture in the soil and its rational use in comparison with the traditional technology based on intensive processing, erosion prevention, increase of productivity of cultures up to 2,1-3,8μ/hectare and decrease in technological expenses of 14,2-21,9%.

**Keywords:** minimum, zero, traditional, saving, peas, gram chicklings, arid steppe.

UDC 631.51

## CULTIVATION OF PEAS BY SAVING TECHNOLOGY

R.H. Karipov, N.B. Koshkarov, K.B. Massenov, G.E. Saspugaeva

Kazakh Agro Technical University named after S. Seyfullin (Astana), Kazakhstan

**Abstract.** On traditional technology of till in the layer of soil 0-20 cm volume mass made up 1,17 g/cm<sup>3</sup>, on a variant with minimum technology – 1,20 g/cm<sup>3</sup>, on a NO-Till variant -1,26 g/cm<sup>3</sup>. The most of moisture in the meter layer of soil it was contained on according to 95,3mm and 89,9 mm, that on 16,8 and 14,5% more than at traditional till of soil. Increase of harvest of grain on minimum and NO-Till variants in relation to control made up 2,2 and 2,8 centners/hectare at the level of the productivity on traditional technology of 10,6 centners/hectare. Profitability of production of grain on variants with minimum and NO-Till technology appeared to be some higher, than on a variant with traditional and made up accordingly 297,9 and 293,5 %.

**Keywords:** Minimum technology, NO-Till technology, traditional technology, peas, till of soil, productivity, profitability.

It is known that at traditional technology of cultivation of agricultural crops on till of soil is about 40% power and 25% of labour expenses from all volume of the field works [1, 2]. Even at the soil protection system of agriculture with its elements of minimization there is a passing ahead height of power production of harvest inputs [3]. From the beginning of 80-s of the past century, and in Kazakhstan - from the beginning of present century the modern variants of soil protection technologies are studied and introduced, such, for example, as minimum and no till technologies.

The aim of the present researches was to expose the possibility of minimization of tillage of soil in a fruit crop rotation under sowing of leguminous plants. Tests were carried out on dark - chestnut soils of carbonate middle clay soil with maintenance of humus in an arable layer 3,5%.

So next technologies of treatment of soil were studied:

1. Traditional: after harvest deep loosening of PG- 3-5 on 22-25cm, early spring harrowing of BMSH-15 in one third to the ten-day period of April, preseed cultivating OP – 8 on 6-8cm, sowing of peas by sowing complexes "John-Deer 1836" with stubble share, sprinkling of sowing on vegetative herbicide by Flyuzelad Super with a norm 1,5 litre/hectare in phase 4-5 leaves of the crop.

2. Minimum: after harvest loosening by the chisel ripper of ПЧ- 4 on a depth 23-25cm, preseed bringing of herbicide Octopus in a norm 2 litre/hectare for 8 days to sowing, sowing of peas in optimal terms by sowing complexes "John-Deer 1836" with stubble share.

3. Notill: preseed bringing of herbicide Octopus in a norm 2 litre/hectare for 8 days to sowing, sowing of peas in optimal terms by sowing complexes "John-Deer 1836" with anchor shares.

While solving the problem of soil till minimization it is necessary to follow well known position that the basic function of soil treatment consists in optimization of its closeness and structural state. It is highly required only in that case if the equilibrium closeness of soil addition exceeds the optimal values for the tilled culture. Otherwise, traditional ideas about the necessity of the regular loosening of soil to a great extent are exaggerated. Research showed that before sowing of peas between the variants of experiment there was some distinction on the closeness of soil. So on traditional technology of treatment the mass volume of top-soil made up 1,17g/cm<sup>3</sup>, on a variant with minimum technology it made up 1,20 g/cm<sup>3</sup>. More dense addition of top-soil was observed on a notill variant, where the mass volume made up 1,26 g/cm<sup>3</sup>.

It is known that for every type of plants there is an optimal closeness of soil. For most grain cultures it makes up 1,2-1,3 g/cm<sup>3</sup>. Thus, optimal maintenance of air for grain-crops makes up 15-20% from general off-duty factor of the saving water structure of top-soil is achieved at most. In this ratio closeness density of soil at minimum and notill technologies of soil till is most preferably. Mildly dense addition of arable layer of soil on these variants positively influenced the quality of seeding works (more even embedding, the best contact of the sowed seeds with soil) and helped the decline of soil moisture evaporation.

Before cleaning up of peas as a result of the natural settling the mass volume of soil on the variants of the experiment attained 1,26-1,34 g/cm<sup>3</sup>, and general porosity factor went down to 48,8%.

In the region as a result of erosion significant harm is caused to the environment and, first of all, to the soil cover. One of the factors that cause wind erosion, soil treatment is intensive, especially in the dry state. This results in the destruction of soil structure and vegetation. Therefore, the variant with conventional tillage in the surface layer of the soil before planting crops contained 30.5% and 40.5% of water-resistant erosion-resistant plants, and on the no tillage, respectively, 46.4 and 56.4%. Meanwhile erodibility on the experiment options respectively was 138.7 and 17.8 g for 5 minutes of exposure. In local conditions, the limiting factor in crop yields is the moisture reserves in the soil, which are formed exclusively from precipitation, mainly of autumn-winter period. Thanks to the stubble on the no till-

age option more snow accumulated and before snow melts the water reserves in snow here made up 73.4 mm, and on the deep loosening only 55.9 mm. Exception of autumn tillage had no significant effect on the absorption of the autumn-winter precipitation in the soil: the difference was only 7.1% in favor of deep tillage. This is because the dark brown soil in the dry state has sufficient permeability due to the presence of a large network of cracks.



Figure 1. Cracks on the surface of soil

In addition, these soils are able for 'self loosening' due to the periodic moistening and drying out, frozen and thawing.

The most of moisture in the meter layer of soil was contained on a variant with no-till and minimum till and made up accordingly 95,3 and 89,9 mm, that on 16,8 and 14,5 % more than at traditional tillage of soil (table1).

Table 1

**Dynamics of supplies of moisture in the meter layer of soil in dependence on technology of soil tillage, mm**

Variant	Before sowing	In blossoming phase	Before harvest
Traditional	78,5	55,3	36,4
Minimum	95,3	68,2	27,2
Notill	89,9	62,5	31,9
NSR05	7,2	7,5	5,4

In phase of flowering the supplies of moisture in the meter layer of soil went down to 55,3-68,2 mm, that for the critical phase of peas is unsatisfactory. Precipitation fell out at the end of July at forty degrees of heat could not change anything. Before harvesting the soil contained from 27,2- 36,4 mm of productive moisture, that because of insufficient development of root of peas remained untapped and did not take part in forming of harvest.

For opinions of a number of researchers minimization of soil tillage is often resulted in the increase of weediness of sowing. On experimental area before sowing of peas amount of weeds on the average was within the limits of 36,6-43,3 piece/metre<sup>2</sup>, that corresponds to the middle degree of weediness. Specific composition of weeds was very various. Among them there was thistle the field (*Cirsium arvense*) prevailed from perennials, bindweed is the field (*Convolvulus arvensis*), spurge of willow (*Euphorbia virgata*). Very young weeds were presented, mainly, by a cereal to the representatives. It is usual wild oat (*Avena fatua*), bristle grass (*Setaria viridis*) and barnyard-grass (*Echinochloa crus galli*).

The account of weeds before harvesting showed, the complete and partial exception of mechanical soil tillage had not brought to the height of quantity of weeds. On the average on variants of the experiments it made the amount of weeds 4,4-6,5 pieces/ m<sup>2</sup>, that considerably below than economic threshold of their harmfulness.

Thus, preseed treatment of the weedy fields by herbicides is the effective taking of clearing of sowing over weedery.

In our researches cellulose decomposition was studied in dark- chestnut soil under sowing of peas at the use of different technologies of treatment of soils by the application method. Most destruction of linen was observed in overhead horizons of soil at the use of traditional and minimum technologies of soil tillage achieved to 25%. At the use of notill technologies only in overhead 10 cm layer of soil there was not high biological activity of soil. In the underlayers of soil it had a tendency to fading.

By the integrated index, allowing to judge about efficiency of one or another technology of soil tillage there is a size of the productivity of the crop. Increase of harvest of peas on minimum and no-till variants in relation to control made up 2,2 and 2,8 centners/ hectare at the level of the productivity on traditional technology 10,6centners/ hectare.

Minimum and no-till technologies of soil tillage provided a most net profit – 60194 and 53703 tenge against 38938 tenge on a variant with traditional treatment. On these variants profitability of production of grain made up accordingly 297,9 and 293,5 %, on control option it was 157,9 %.

#### REFERENCES

1. Rassadin, A.Y. Energy-saving receptions till of soil in crop rotation of non-black zone. – М. : 1985. – P. 3-82.
2. Masyutov, N.A. Resource-saving in agriculture // Agriculture. – № 3. – 1995. – P. 18-19.
3. Kaskarbaev, Zh. A. Prospects of soil protection agriculture are in the steppe regions of Kazakhstan. – 57-64 p.
4. Kiryushin, V.I. Minimization of till of soil: prospects and contradictions. // Agriculture. – 2006. – № 5. – 12-14 p.

*Материал поступил в редакцию 02.03.14.*

### СБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ГОРОХА

**Р.Х. Карипов, Н.Б. Кошкаров, К.Б. Масенов, Г.Е. Саспугаева**

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина (Астана), Казахстан

***Аннотация.** Результаты исследований показали, что перед посевом гороха между вариантами опыта по плотности почвы наблюдались существенные различия: по традиционной технологии обработки в слое почвы 0-20 см объемная масса составила 1,17 г/см<sup>3</sup>, на варианте с минимальной технологией – 1,20 г/см<sup>3</sup>. Наиболее плотное сложение пахотного слоя почвы наблюдалось на нулевом варианте, где объемная масса составила 1,26 г/см<sup>3</sup>. Наибольшее количество влаги в метровом слое почвы содержалось на соответственно 95,3 и 89,9 мм, что на 16,8 и 14,5 % больше, чем при традиционной обработке почвы. Прибавка урожая зерна на минимальном и нулевом вариантах по отношению к контролю составила 2,2 и 2,8 ц/га при уровне урожайности по традиционной технологии 10,6 ц/га. Рентабельность производства зерна на вариантах с минимальной и нулевой технологией оказалась несколько выше, чем на варианте с традиционной технологией и составила соответственно 297,9 и 293,5 %.*

***Ключевые слова:** Минимальная технология, нулевая технология, традиционная технология, горох, обработка почвы, урожайность, рентабельность.*

UDC 631.51

## SAVING TECHNOLOGIES TILLAGE OF SOIL ON DARKLY-CHESTNUT SOILS OF NORTH KAZAKHSTAN

**R.H. Karipov, N.B. Koshkarov, K.B. Massenov**

Kazakh Agro Technical University named after S. Seyfullin (Astana), Kazakhstan

**Abstract.** The results of long-term researches on determining efficiency of various technologies of soil cultivation of a spring wheat on darkly-chestnut soils of North Kazakhstan are given in this article. It was studied traditional, minimum and zero technology of the soil cultivation. It is established that at traditional technology of soil cultivation erosion potential of the soil is much higher in comparison with the minimum and zero technology of cultivation. Excess of productivity of spring wheat at zero and minimum technology of cultivation in comparison with traditional cultivation was respectively 2,1 and 1,7/hectare

**Keywords:** saving resource technologies, spring wheat, darkly-chestnut soils, traditional technology, minimum technology, zero technology, soil cultivation, productivity, profitability.

World experience of agriculture shows that application of traditional tillage of soil during the protracted period does not only give a benefit but also inflicts irreparable harm strengthening erosive processes. Thus strengthening is water and wind erosions, reduction of maintenance of organic substances in soil and on the whole worsening of the ecological state.[1] By millenniums nature created a soil cover possessing to surprising properties of by fertility.

It is calculated, for example, that on the average speed of oration of the soil equal 0,5-2,0 Cm for 100year. It means that for origin of SOI layer in 20 Cm thick nature expends term equal to new history of humanity. At the same time on darkly - chestnut soils of North Kazakhstan and other regions after more than 45 the summer use lost to 30% of natural maintenance of humus of basis index of soil fertility. It went down from 4,1 to 3,4%. Here upon considerably diminished provision of plant elements of feed, bodily condition of soils (structure, addition, off-duty factor) became worse [2].

In the world, many countries a long ago passed to saving resource technologies, under that minimum and no-till of soil are implied, mainly. That allow to abbreviate productive expenses on 30-80%, to get high stable harvests and save an environment [3].

In the agricultural production of North Kazakhstan, tooling of soil also is considerably brief. A no-till of soil is studied in all scientific establishments. However the got results are very contradictory and yet unsuffice for sound conclusions.

With the purpose of exposure of efficiency ordinary, minimum and no-till technologies of tillage of soil at till of spring wheat on livery soils of North Kazakhstan we were conduct the field researches in 206-2010. Thus traditional technology of treatment of soil included the after of harvest loosening of PG- 3-5 on a depth 23-25cm, early spring harrowing of BMSH- 15, presowing cultivation of OP- 8 on a 6-8 cm, seeding by sowing "John-Deer"; minimum technology consisted of the autumn harrowing of BMSH- 15, presowing sprinkling Hurricane forte in a dose 2 l/of ha and seeding by sowing "John-Deer ". At a no-till technology, tooling were eliminated fully: in autumn mulching was conducted the ground up straw, sowing "John-Deer " with anchor coulters.

Research years on the weather terms of vegetation period were present some distinctions; 2005 a year was droughty, 2006, 2008 and 2010 years were very droughty, 2007 2009 – mildly droughty.

The necessity of the intensive tooling is determined on a difference between the natural (equilibrium ) and optimal for the height of cultures closeness of soil. Our researches showed that the closeness of top-soil before sowing of spring wheat on the variants of experience had hesitated on years within the limits of a 1,07-1,24 g/cm<sup>3</sup> ( table 1)

Table 1

**Closeness of top-soil before sowing spring wheats (g/cm<sup>3</sup> )**

Technology tillage of soil	Years				
	2006	2007	2008	2009	2010
Traditional	1,14	1,10	1,12	1,07	1,09
Minimum	1,18	1,11	1,17	1,17	1,13
No-till	1,22	1,17	1,16	1,16	1,24
NSR <sub>05</sub>	0,7	0,5	0,4	0,6	0,5

Thus, a most closeness is marked on a no-till variant. However even at complete absence of mechanical influence the closeness of soil kept indoors for scopes optimal values for the grain-growing cereals of cultures. On this vari-



ant by volume mass of top-soil made a 1,17-1,24 g/cm<sup>3</sup>. It should be noted that in opinion of many researchers in droughty terms on carbonate middle clayey and easy soils the grain-growing less than suffer from dense, what from loose soil. Dense addition of soil is moderate within the limits of optimal values assists the best maintenance of moisture in a preseed period.

In the conditions of North Kazakhstan, wind erosion reason of that is intensive treatment of soil renders substantial harm soils, especially in the dry state. Thus, researches showed that at ordinary technology of till of soil to erosive of soil was considerably higher than possible limit and made within the limits of a 94-138 g after 5 min displays. It is explained by that after realization of autumn and preseed till on this variant 19-35 p./ m<sup>2</sup> stubble was saved only, while on variants with a notill and minimum till remained 176-189 p./ m<sup>2</sup>. Therefore, surface of soil, on these variants appeared steady enough to wind erosion (Table2). Here is destruction of soil structure and vegetable cover.

Table 2

**Erosion depending on technology tillage of soils ( g. for 5 min displays)**

Technology tillage of soil	Years				
	2006	2007	2008	2009	2010
Traditional	138	127	131	98	94
Minimum	43	49	32	41	33
Notill	22	19	23	17	20
NSR05	18,9	16,7	13,2	11,5	17,4

In local terms the limiting factor of the productivity of cultures is moisture the supplies of that in soil are formed exceptionally due to atmospheric fallouts, mainly fall-winter period. Minimum and, especially, a notill technology of till of soil allow practically fully to save stubble and straw mulch on the surface of soil, stopping behind after cleaning up grain-crops. Due to it on these variants anymore snow accumulated and provided the best maintenance of the moisture accumulated due to fall-winter fallouts in soil in a preseed period. It is variants practically in throughout the year of researches on the supplies of productive moisture before sowing of spring wheat had noticeable advantage before traditional treatment.(table 3)

Table 3

**Supplies of productive moisture in the meter layer of soil before sowing of spring wheat (mm)**

Technology tillage of soil	Years				
	2006	2007	2008	2009	2010
Traditional	65,3	177,7	87,6	82,5	92,5
Minimum	78,9	173,9	103,7	94,9	110,6
No-till	84,7	128,3	119,2	99,5	108,7
NSR05	9,6	4,7	12,0	12,9	13,0

Consequently, the exception of the after harvest deep loosening did not render substantial influence on absorption of fall-winter fallouts. It is explained by that livery soils in the dry state possess sufficient permeability to water because of presence of large network of cracks. In addition, these soils are apt at self-loosening due to the periodic moistening and drying out, frozen solid and thawing.

One of key factors qualificatory the successful applying in industry of minimum and no-till technologies of tillage of soil there is an effective fight against weeds in sowing of agricultural cultures. The account of impurity of sowing of spring wheat showed that at the exception of tooling without application of herbicides there is a danger of height of impurity, by especially long-term weeds. In addition, in agrolandscapes specific composition of weeds changes substantially. On changing before such weeds, as spurge, camomileun strong-smelling, wormwood bitter and different types of milletkind weeds, appear widespread kinds. Therefore application of herbicides at first in transition on no-till technologies it is necessary to consider an obligatory agrot. In most years preseed treatment herbicides of continuous action appeared effective in a fight against the impurity of sowing. At the same time, it should be noted that application of herbicides to sowing of spring wheat in separate years did not provide the complete enough purging of sowing from weeds. In years with a cool preseed period not all weeds have time to grow to sowing and far of their shoots appear after sowing of spring wheat. In addition, the preseed bringing of herbicides rendered affecting only above-ground organs of long-term weeds, and a rootage practically appeared not in the zone of action of preparations, because of predominance of ascending current of sap move in plants. In this case, it was necessary to apply herbicides repeatedly, in the phase of bushing out of culture technical reception.

A basic index allowing to judge about efficiency of one or another technology of till of cultures is the productivity. In opinion of many researchers the most valuable property of minimization of treatment of soil in the zone of risky agriculture is comparatively a high harvest, especially in beyond measure droughty years [4]. It allows to the plants more rationally to use soil moisture and stabilize the productivity of grain-crops.

In our experiments on variants from a notill and minimum technologies treatment of soil exceeding of the productivity of spring wheat by comparison to ordinary technology averaged according to 2,1 and 1,7 c/ha (table 4).

Table 4

**The productivity of spring wheat depending on technology autumn and preseed treatment of soil(c/ha)**

Technology tillage of soil	Years				
	2006	2007	2008	2009	2010
Traditional	10,5	13,6	8,7	11,7	7,2
Minimum	12,7	14,1	11,1	14,3	10,1
Notill	13,6	12,2	11,5	13,1	9,5
NSR05	1,2	1,0	0,8	0,6	0,6

Economic indicators in a great deal depended on prices on grain, CGM, facilities of defense of plants, applied in a production that is subject to the annual vibrations.

Total expenses on the production of grain calculating on 1 ha on the variants of experience made from 15740 tenge on a variant with a notill technology to 17440 tenge on control with traditional technology Here prime price of 1 c grain of spring wheat hesitated within the limits of 1312-1694 tenge. On a net profit minimum and notill technology of treatment of soil advantageously differed from a variant with traditional technology (table 5).

Table 5

**Economic efficiency of saving technology tills of spring wheat (on the average after 2006-2010y.)**

Index	Variants		
	Traditional	Minimum	No-till
Productivity, c/ha	10,3	12,4	12,0
Profit from realization ,tenge	27295	32860	31800
Expenseto 1 ha, tenge	17440	17031	15740
Net costgrain, tenge	1694	1373	1312
Net profitwith 1 ha, tenge	9855	15829	16060
Nondeficiency, %	56,5	92,9	102,0

Thus prime price of 1 c grain of spring wheat hesitated within the limits of 1312-1694 tenge. On a net profit minimum and notill technology of till of soil advantageously differed from a variant with traditional technology. A most net profit is got on a variant with a no-till technology and made 16060 tenge against 9855 tenge on a variant with traditional technology. On minimum technology, a net profit made 15829 tenge, that on 5974 tenge more than on control. Profitability of production of grain on variants with minimum and no-till technology appeared substantially higher, than on a variant with traditional technology and made according to 92,9 and 102%.

**REFERENCES**

1. Kiryushin, V.I. Minimization of tillage of soil : results of discussion // Agriculture. – 2007. – № 4. – p. 28-30.
2. Dvurechenskiy, V.I., Gilevich, S.V. A new reception is in technology of till fallow // of Agroinform. – 2007. – № 4. – p. 12-15.
3. Dankvert, S.A., Orlova, L.V. Introduction of to saving resource technologies is strategy of development of new economy //Agriculture. – 2003. – № 1. – p. 4-5.
4. Kaskarbaev, Zh.A. Prospects of soil protection agriculture are in the steppe regions of Kazakhstan. – p. 57-64.

Материал поступил в редакцию 02.03.14.

**ПРИМЕНЕНИЕ СБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА**

**Р.Х. Карипов, Н.Б. Кошкараров, К.Б. Масенов**

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина (Астана), Казахстан

**Аннотация.** В данной статье приводятся результаты многолетних исследований по выявлению эффективности различных технологий обработки почвы при возделывании яровой пшеницы на темно-каштановых почвах Северного Казахстана. Изучалась обычная, минимальная и нулевая технология обработки почвы. Установлено, что при обычной технологии обработки почвы эродированность почвы значительно выше в сравнении с минимальной и нулевой технологией обработки. Превышение урожайности яровой пшеницы при нулевой и минимальной технологии обработки в сравнении с обычной традиционной обработке составило соответственно 2,1 и 1,7 /га.

**Ключевые слова:** ресурсосберегающие технологии, яровая пшеница, темно-каштановые почвы, традиционная технология, минимальная технология, нулевая технология, обработка почвы, урожайность, рентабельность.

УДК 631.527.633.5

## ОЦЕНКА КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ СОРТООБРАЗЦОВ МОРКОВИ В УСЛОВИЯХ УКРАИНЫ

Е.П. Леонова<sup>1</sup>, Т.В. Мельниченко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> младший научный сотрудник, <sup>2</sup> кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник  
Уманская опытно-селекционная станция ИБК и СС НААН, Украина

**Аннотация.** В статье отражены результаты экспериментальных исследований в области гетерозисной селекции моркови. Определена общая (ОКС) и специфическая (СКС) комбинационная способность нового исходного материала. Выделены ценные сортообразцы моркови, на основе их созданы новые гибриды.

**Ключевые слова:** морковь, комбинационная способность, урожайность, гетерозис, гибридизация.

Морковь (*Daucus carota* L.) – является одной с ведущих сельскохозяйственных культур различного использования: пищевого, кормового, технического. Особая ценность моркови заключается в содержании витаминов группы В, С, К, Е, РР, А, минеральных веществ и полезных эфирных масел [2].

В настоящее время рынок Украины насыщен сортами и гибридами F<sub>1</sub> моркови иностранного происхождения, в связи с чем, возникает необходимость создания отечественных конкурентоспособных сортообразцов с более высокими показателями продуктивности и качества сырья.

Ускорение и повышение эффективности селекционной работы с морковью невозможно без гибридизации, которая до сих пор остается одним с основных методов создания исходного материала. Однако, при применении этого метода, селекционерам приходится проводить большое количество комбинаций скрещивания и, как правило, ежегодно изучать много гибридов. Следует отметить, что удачные скрещивания случаются довольно редко. Поэтому, повышению эффективности гибридизации способствует использование в скрещиваниях родительских форм, предварительно изученных по комбинационной способности (КС).

Комбинационная способность — один из важных признаков, по которому ведется селекция сельскохозяйственных культур на гетерозис. Различают общую и специфическую комбинационную способность. Общая комбинационная способность (ОКС) представляет собой среднюю величину признака, которая наблюдается по всем гибридным комбинациям, полученным с участием линий. Специфическая комбинационная способность (СКС) отражает отклонение признака от средней величины. [3, 4].

Оценка комбинационной способности селекционных материалов может осуществляться по любым признакам, которые интересуют селекционера: урожайности, раннеспелости, устойчивости к болезням и др.

Целью нашей работы была оценка ОКС и СКС сортообразцов моркови украинской и русской селекции по урожайности и средней массе товарного корнеплода.

**Материалы и методы.** Исследования проводили на научном поле Уманской опытно-селекционной станции ИБК и СС. Агротехнические приемы по выращиванию моркови в опытах соответствовали рекомендациям, изложенным в «Методике полевого опыта» (1985) [1].

В качестве исходного материала использованы сортообразцы Яскрава (Украина), Нантская харьковская (Украина), Местная к-403 (Украина), Королева осени (Россия) и Бирючукская 415 (Россия).

В результате гибридизации пяти сортов моркови, получено 20 гибридных комбинаций, продуктивность которых изучалась в 2010–2012 годах.

Статистический анализ данных по определению величин общей и специфической комбинационной способности выполнен по методике Б. Гриффинга: изучались F<sub>1</sub> – гибриды прямых и обратных скрещиваний и родительские формы ( $N = p^2$  комбинаций).

**Результаты исследований.** Оценка комбинационной способности 5 сортообразцов моркови проводилась по данным урожайности и продуктивности 20 гибридов, полученных в результате их скрещивания. Повторность 4-кратная (из-за громоздкости данных урожайности гибридов на 80 делянках таблица не приводится, а также опускается расчет дисперсионного анализа). Урожайность гибридов F<sub>1</sub> моркови в исследованиях 2010–2012 годов была в пределах 32,08–47,10 т/га (табл. 1).

Таблица 1

**Урожайность гибридов F<sub>1</sub> моркови, полученных в результате парных скрещиваний родительских форм, т/га**

Родительская форма А (♀)		Родительская форма Б (♂)				
		1	2	3	4	5
1	Яскрава	–	39,30	42,58	42,38	32,08
2	Нантская харьковская	42,90	–	40,85	39,25	36,13
3	Королева осени	47,10	37,05	–	41,40	37,25
4	Бирючукская 415	39,53	45,88	35,30	–	41,75
5	Местная к-403	40,95	33,50	34,73	35,85	–

Дисперсионный анализ поделяночной урожайности показал наличие значимых ( $F_{факт.} > F_{теор.}$ ) различий между гибридами. Поэтому возникает необходимость оценить варьирования урожая, исходя из предположения о том, что сортообразцы моркови обладают различной комбинационной способностью по этому признаку.

Различия между исходными формами по комбинационной способности оказались так же достоверными на высоком уровне значимости, так как  $F_{факт.} > F_{теор.}$  (табл. 2)

Таблица 2

**Дисперсионный анализ комбинационной способности сортообразцов моркови по урожайности корнеплодов**

Дисперсия	Суммы квадратов отклонений, С	Степень свободы, V	Средний квадрат отклонений, $\sigma^2$	Критерии F	
				F факт.	F 0,05
Гибридов	1654,1	19	87,06	74,41	1,67
ОКС	21,51	4	5,38	4,58	2,50
СКС	262,1	10	26,21	22,32	1,96
Реципроки	100,0	10	10,00	8,52	1,96
Ошибки	84,5	72	1,17	–	–

Анализ эффектов общей комбинационной способности по урожайности корнеплодов свидетельствует, что наиболее ценными являются сортообразцы Яскрава и Нантская харьковская (табл. 3).

Таблица 3

**Показатели эффектов и варiances ОКС родительских форм моркови по урожайности корнеплодов**

№ п/п	Родительские формы	Эффекты ОКС	Варiances ОКС
1	Яскрава	3,38	11,45
2	Нантская харьковская	0,90	0,81
3	Королева осени	-2,13	4,56
4	Бирючукская 415	-1,73	3,01
5	Местная к-403	-0,41	0,17

Кроме ОКС большое значение для формирования пробных гибридов моркови имеет оценка родительских пар по СКС. В данном случае производится расчет эффектов и варiances СКС каждой конкретной родительской формы (табл. 4).

Анализ полученных данных показал, что высокими эффектами СКС обладают гибридные комбинации F<sub>1</sub>(Яскрава × Королева осени) – 3,14, F<sub>1</sub>(Бирючукская 415 × Местная к-403) – 2,02, F<sub>1</sub>(Нантская харьковская × Бирючукская 415) – 2,01 и F<sub>1</sub>(Королева осени × Местная к-403) – 0,05.

Таблица 4

**Эффекты и варианты специфической комбинационной способности сортообразцов моркови по урожайности корнеплодов**

Родительские формы	Яскрава	Нантская харьковская	Королева осени	Бирючукская 415	Местная к-403
Яскрава		-0,37	3,14	-1,59	-1,18
Нантская харьковская			-0,76	2,01	-0,89
Королева осени				-2,43	0,05
Бирючукская 415					2,02
$\sigma_{si}^2$	4,63	1,79	1,96	1,35	2,08

Сравнивая варианты СКС исследуемых образцов данной группы, необходимо отметить, что сорт Яскрава характеризуется высокими оценками эффектов ОКС и вариантов СКС, т.е. его целесообразно использовать как лучший базовый материал для создания простых высокогетерозисных гибридов моркови. Сорт Нантская харьковская с высокой ОКС и низкой вариансой СКС наиболее перспективно использовать в скрещиваниях для получения гибридов моркови более сложной структуры (двойные межлинейные), или для формирования синтетических сортов – популяций. Проблематичным является селекционное использование образцов: Королева осени, Бирючукская 415, Местная к-403 с низкой ОКС и высокими вариансами СКС. Данные селекционные материалы, в практической селекции, целесообразно использовать в специфических комбинациях скрещиваний.

В ходе проведения исследований также были проанализированы гибридные комбинации моркови по средней массе товарного корнеплода (табл. 5).

Таблица 5

**Средняя масса товарного корнеплода гибридов F<sub>1</sub> моркови, полученных в результате парных скрещиваний родительских форм, г**

Родительская форма А (♀)		Родительская форма Б (♂)				
		1	2	3	4	5
1	Яскрава	–	110,75	138,50	112,25	107,75
2	Нантская харьковская	115,25	–	118,25	160,00	135,00
3	Королева осени	102,75	110,00	–	122,25	132,50
4	Бирючукская 415	129,25	157,00	141,75	–	101,00
5	Местная к-403	138,50	114,50	150,25	114,00	–

Совокупность гибридов F<sub>1</sub> моркови характеризовалась средней массой товарного корнеплода в пределах 101-160 г.

Результаты дисперсионного анализа по средней массе товарного корнеплода свидетельствуют о наличии существенных различий между гибридами (F<sub>факт.</sub> = 10,59 > F<sub>теор.</sub> = 1,67).

Также установлены существенные различия сортообразцов за эффектами общей (F<sub>факт.</sub> = 20,13 > F<sub>теор.</sub> = 2,50) и специфической (F<sub>факт.</sub> = 12,01 > F<sub>теор.</sub> = 1,96) комбинационной способностей относительно средней массы товарных корнеплодов (табл. 6).

Таблица 6

**Дисперсионный анализ комбинационной способности сортообразцов моркови по средней массе товарного корнеплода**

Дисперсия	Суммы квадратов отклонений, С	Степень свободы, V	Средний квадрат отклонений, $\sigma^2$	Критерии F	
				F факт.	F 0,05
Гибридов	19 298	19	1015,70	7,30	1,67
ОКС	11 201	4	2800,31	20,13	2,50
СКС	16 802	10	1680,22	12,01	1,96
Реципроки	2 882	10	288,22	2,07	1,96
Ошибки	10 017	72	139,10	–	–

Среди данных сортообразцов моркови высоким уровнем общей комбинационной способности по массе товарного корнеплода характеризовались Нантская харьковская и Королева осени (табл. 7).

Таблица 7

**Показатели эффектов и вариантов ОКС родительских форм моркови по средней массе товарного корнеплода**

№ п/п	Родительские формы	Эффекты ОКС	Вариансы ОКС
1	Яскрава	-0,87	0,66
2	Нантская харьковская	1,71	2,83
3	Королева осени	1,40	1,87
4	Бирючукская 415	-0,07	0,09
5	Местная к-403	-2,17	4,62

Высокие эффекты СКС по средней массой товарного корнеплода имели комбинации скрещиваний  $F_1$ (Яскрава × Королева осени) – 1,75,  $F_1$ (Яскрава × Местная к-403) – 8,04,  $F_1$ (Нантская харьковская × Бирючукская 415) – 25,13 и  $F_1$ (Королева осени × Местная к-403) – 15,33 (табл. 8).

Таблица 8

**Эффекты и варианты специфической комбинационной способности сортообразцов моркови по средней массе товарного корнеплода**

Родительские формы	Яскрава	Нантская харьковская	Королева осени	Бирючукская 415	Местная к-403
Яскрава		-6,62	1,75	-3,17	8,04
Нантская харьковская			-16,40	25,13	-2,04
Королева осени				-0,62	15,33
Бирючукская 415					-21,33
$\sigma^2_{si}$	40,31	302,00	78,21	151,42	252,80

Значение варианты СКС сортообразцов моркови существенно отличались между собой по признаку "средняя масса товарного корнеплода". Наиболее перспективным сортообразцом для создания сортов-синтетиков с высокой массой товарного корнеплода являлась Королева осени, которая характеризовалась высокой ОКС и низкой вариансой СКС. Сортообразец Нантская харьковская (высокий эффект ОКС и варианта СКС) целесообразно использовать в специфических комбинациях скрещивания.

**Выводы.** Таким образом, проведена оценка эффектов ОКС и вариантов СКС сортообразцов моркови дает возможность более целенаправленному их использованию в практической селекции при формированию высокогетерозисных гибридов данной культуры.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Красочкин, В.Т., Сечкарев, Б.И., Сыскова, М.В., Шебалина, М.А. Столовые корнеплоды – М., 1955. – 124 с.
3. Griffing, B.A. A generalized treatment of diallel crosses in quantitative inheritance. – Heredity. – 1956. – №10. – P. 31-50.
4. Griffing, B.A. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. – Austr. J. Biol. Sci., 9. – 1956 – №4. – P. 463-493.

Материал поступил в редакцию 28.03.14.

**ASSESSMENT OF COMBINING ABILITY OF VARIETIES OF CARROTS  
IN THE CONDITIONS OF UKRAINE**

**E.P. Leonova<sup>1</sup>, T.V. Melnichenko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Junior Scientific Researcher, <sup>2</sup> Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher  
Umansky Experienced Breeding Station of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS of Ukraine, Ukraine

**Abstract.** The results of experimental studies in the field of heterotic carrots selections are reflected. The general (GCA) and specific (SCA) combining abilities of a new initial material are defined. The valuable varieties of carrots are allocated, on the basis of them new hybrids are created.

**Keywords:** carrots, combining ability, productivity, heterotic, hybridization.

УДК 63

## ИРРИГАЦИОННАЯ ОЦЕНКА СТОЧНЫХ ВОД Г. КЫЗЫЛОРДА ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ КУЛЬТУР И КУСТАРНИКОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

А.А. Шомантаев, Б.С. Отарбаев, У.Б. Абдикерова

Кафедра «Водное хозяйство и землеустройство»,

Кызылординский государственный университет имени Коркыт Ата, Казахстан

**Аннотация.** Выбор данной статьи связан со сложившейся экологической ситуацией региона. Стремительное развитие жилищно-коммунального строительства, а также развитие агропромышленного сектора, привело к возрастанию объемов возвратных вод. В настоящее время имеющиеся пруды-накопители, поля фильтрации, отстойники и коллекторы переполнены, происходит повсеместное загрязнение ими открытых, а частичный сброс после очистки, не на должном уровне удовлетворяет требованиям утилизации и требует альтернативные пути решения проблем. Одним из таких путей является использование возвратных вод для орошения.

**Ключевые слова:** сточные воды, древесные насаждения, поля фильтрации, биологическая очистка, экология.

Стремительное развитие жилищно-коммунального строительства в стране, а также развитие агропромышленного сектора, рост городов и благоустроенных населенных пунктов в Приаралье привели к образованию более 1.8 млн. м<sup>3</sup> сточных вод, создавая угрозу окружающей природной среде. Накопление сточных вод вблизи городов и населенной местности в прудах, на полях фильтрации с частичным сбросом в открытые водоемы не решают проблему их полной утилизации.

Затрачиваются огромные средства на строительство новых и расширение существующих накопителей в связи с их переполнением. Для дальнейшего снижения водопотребления и водоотведения нужны принципиально новые технологии, значительное время и затраты по их внедрению.

Наиболее перспективным направлением в утилизации биологически очищенных сточных вод городов является использование их для орошения и удобрения полей в сельском и лесном хозяйстве. Это способствует осуществлению водоохранных мероприятий, экономии оросительной воды, улучшению плодородия почвы, повышению урожайности, развитию сельскохозяйственного производства, снижению себестоимости продукции за счет получения дешевой, полноценно качественной сельскохозяйственной и лесной продукции. Использование биологически очищенных сточных вод для орошения способствует не только охране водоемов от загрязнения, но и дает экономию огромного количества минеральных удобрений. Только хозяйственно – бытовыми сточными водами республики ежегодно выбрасываются 120 тыс. тонн азота, 60 тыс. тонн фосфора и 102 тыс. тонн калия, которыми можно было бы удобрить более 500 тыс. га пастбищ и сенокосов. [1]

В этой связи нами разработан научно-обоснованный принцип обеззараживания и рациональное использование биологически очищенных сточных вод для возделывания древесных и кустарниковых насаждений в целях охраны водоисточников от дальнейшего загрязнения, сохранения и разведения лесных массивов.

Разработан научно обоснованный режим возделывания быстрорастущих гибридных тополей при поливе сточными водами г. Кызылорда, не оказывающий отрицательного влияния на рост и развитие древесных культур, состав и свойства почвы. Опытные участки расположены на почвах тяжелосуглинистого и глинистого механического состава, характерны для данной зоны. Объемная масса метрового слоя почвы в опытного участка среднем составляет 1,28 г/см<sup>3</sup>, наименьшая влагоемкость – 26,0% от массы почвы.

Содержание солей в метровом слое почвы колеблется в пределах 0,26-0,720% от массы почвы.

Опытные участки по содержанию фосфора и азота относятся к низкой, а по содержанию калия высокой обеспеченности.

Таблица 1.1

**Агрохимический состав сточных и речных вод г. Кызылорды, мг (по состоянию на 2011-2012.г.)**

Показатель	Единица измерения	Сточные воды перед поливом		Речная вода
		от	до	
рН		6,8	7,6	7,6
БПК <sub>5</sub>	мг/л <sub>о<sub>2</sub></sub>	20,5	202,2	118
∑солей	мг/л	1039	1300	971
НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup>	мг/л	280,0	300,0	300
СГ	мг/л	113,6	200,0	126
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	мг/л	274,0	300,0	211
Ca <sup>2+</sup>	мг/л	90,0	144,0	92
Mg <sup>2+</sup>	мг/л	57,6	95,0	28
Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	мг/л	87,4	261,1	214

Окончание таблицы 1.1

Показатель	Единица измерения	Сточные воды перед поливом		Речная вода
		от	до	
Фосфор	мг/л	4,8	6,6	6,4
Взв. Вещества	мг/л	29,0	51,0	8
Нитраты	мг/л	0,04	0,05	-
Аммиак	мг/л	23,4	25,4	-

Таким образом по активности ионов водорода сточные воды г. Кызылорда отвечают существующим требованиям:  $pH_{ст.вод} = 6,9-8,1 < pH_{допустимая} = 6,0-8,5$ . По содержанию легкорастворимых солей сточные воды региона после механической и биологической очистки незначительно отличаются от допустимой:

$$\sum_{солей} = 1,08 \text{ г/л} > \sum_{суммы доп. солей} = 1,0 \text{ г/л. [2]}$$

Таблица 1.2

## Ирригационная оценка пригодности сточных вод региона, мг-экв/л

Метод расчета	Расчетная формула	CI	Оценка
А.М. Можейко	$Na+K \times 100 \leq 65\%$ $\sum_{катион}$	33.4	Вода не опасна
М.Ф. Буданова	1. $Na/Ca \leq 1,0$ 2. $(Na/Ca+Mq) \leq 0,7$ 3. $\sum_{катионов} / (Ca+Mq) \leq 4,0$	1.07 0.46 4.4	Непригодна
Ричардс (США)	$S = [Na / \sqrt{0,5(Ca + Mq)}] \leq 8,0$	2.65	Пригодна
Стеблер (Франция)	$Ca = 288 / (2 Na + 2 CI) \leq 6:18$	12	Пригодна к орошению
ВНИИССВ	$CI < 300 \text{ мг/л}$	205.9	Удовлетворяет требованиям
СЭВ и ВНИИССВ	$SO \geq 500 \text{ мг/л}$	451.2	Удовлетворяет требованиям
ВНИИССВ	$Mq < 300 \text{ мг/л}$	115.2	Удовлетворяет требованиям

По ирригационным оценкам сточные воды после очистки, пригодны для возделывания древесных культур. Следовательно, вопрос о возможности сельскохозяйственного использования сточных вод в низовье реки Сырдарья решается не только на основании химических анализов воды, но и экспериментальными исследованиями по схеме взаимодействия: вода-почва-растения-животные. Только в этом случае само растение и почва лучше всего покажут, насколько приемлема сточная вода для орошения сельскохозяйственных культур и древесных насаждений. [3]

Теоретические разработки и технологии по использованию биологически очищенных сточных вод для возделывания древесных насаждений найдут свое применение в озеленении территорий населенных пунктов и городов, вдоль автомобильных и железных дорог и защите полей от знойных ветров, солезаносов. Эти разработки будут полезны для органов управления сельских и лесных хозяйств, исследовательских и проектных организаций, высших и средних учебных заведений и найдут применение при определении перспектив в улучшении экологической обстановки в регионе.

В настоящее время в связи со сложившейся экологической обстановкой в низовье р. Сырдарья имеются большие площади малопродуктивных земель, которые практически не используются в сельском и лесном хозяйстве. Одним из путей успешного решения этой проблемы является освоение полупустынных территорий методом искусственного лесоразведения, то есть создание в жестких лесорастительных условиях искусственных лесонасаждений и, в первую очередь, маточных и плантационных культур из быстрорастущих сортов тополей. Проведенные нами исследовательские работы показывают, что в разных сочетаниях древесные насаждения растут по-разному. Если в одних сочетаниях образуются хорошо растущие лесные насаждения, то при других – трудно получить ожидаемых результатов. Наиболее подходящим объектом для решения поставленных задач является тополь, биологические и генетические особенности которого позволяют эффективно и в широком спектре проводить работы по селекции и в короткие сроки (5-10 лет) получить ожидаемые результаты, то есть созданию лесного массива.

В Казахстане селекционные работы с тополями были начаты в 1960г. Выведенные в КазСХИ гибридные тополя «Казахстанский», «Кайрат» и ряд других, отличающиеся быстрым ростом, устойчивостью к засоленным почвам, иммунитетом к этно- и фитовредителям, прошли производственные испытания в южных регионах республики, хорошо зарекомендовали себя при создании защитной зелёной зоны г. Астаны. Результаты показывают, что в возрасте 3-х лет с плантационных культур тополя можно получить от 30 до 50 тонн биомассы, а в 20-летнем возрасте 1 га плантаций гибридных тополей обладает запасом 600-800 м<sup>3</sup> древесины [1].

Гибридные тополя характеризуются быстрым ростом и уже в возрасте 15-20 лет достигают технической спелости. Когда, высота достигает 20-25 м, диаметр ствола 62 см, запас древесины составляет 600-800 м<sup>3</sup> на 1 га. Такой запас древесины в этом возрасте не имеет ни одна древесная порода. Древесина тополя успешно



применяется в строительных работах и в других производствах отраслей экономики, она легкая, хорошо обрабатывается, легко красится и пропитывается красителями. По данным шведских ученых, древесина тополя по содержанию сухого вещества на 80% и по выходу целлюлозы на 60% превосходит другие виды [5].

Поэтому вышеуказанные виды гибридных тополей были выбраны нами для возделывания в жестких климатических условиях Кызылординской области.

Тополь «Казахстанский» – получен от скрещивания тополя PCL-284 с тополем дельтовидным. Это – быстрорастущий тополь с широкопирамидальной кроной (мужская особь). Ствол полндревесный, прямой с тонкими ветвями. Листья на укороченных побегах, крупные, плотные. Хорошо размножается черенками, приживаемость которых составляет 96-98%.

В 12-летнем возрасте достигает средней высоты 17,0 м, диаметром на высоте груди – 23,0 см.

Тополь «Кайрат» – получен от скрещивания тополя PCL-284 с тополем дельтовидным. Ствол полндревесный, прямой с тонкими ветвями. Крона широкопирамидальная, кора гладкая, не растрескивающаяся. Мужская особь. Листья крупные, плотные на укороченных побегах, треугольной формы с прямым основанием. Хорошо размножается черенками. В 12-ти летнем возрасте имеет среднюю высоту 17,4 м, диаметр на высоте груди 25,2 см. [4].

Посадку черенков проводили в ручную, высаженные по таким бороздам черенки располагались в нижних влагообеспеченных и достаточно прогреваемых слоях почвы.

Полив гибридных тополей производился по бороздам, проложенным вдоль тополиных рядов. На каждом варианте опыта было по 3 борозды с междурядью 3 м, длина борозд составляла 10 метров. Если расчет вести на один гектар, то на каждом варианте опыта будет по 34 борозды с междурядью 3 м, длина борозд составит 100 метров. Вдоль каждой борозды будет посажено по 50 штук тополей.

Согласно принятой схеме орошения при каждом поливе под один тополь необходимо подать  $0,45 \text{ м}^3$  воды.

$$(M : N) : n = (4500 : 1660) : 6 = 0,45 \text{ м}^3 \quad (1.1)$$

здесь M – средняя оросительная норма,  $\text{м}^3/\text{га}$ , N – число тополей на 1 га, n – число поливов. Следовательно в одну борозду подали  $22,5 \text{ м}^3$  воды

$$Q = N_1 \cdot q = 50 \cdot 0,45 = 22,5 \text{ м}^3 \quad (1.2)$$

здесь Q – количество воды, подаваемый в одну борозду,  $\text{м}^3$ ;

При расходах борозды 2 л/с продолжительность полива составляет 3,4 часа. ( $t = Q : q = 22,5 : 7,2 = 3,4$  час

здесь q – расход борозды 2 л/с или  $7,2 \text{ м}^3/\text{час}$ ).

При работе одновременно всех борозд на вариантах опыта, необходимый расход воды в вводной борозде составляет 70 л/с.

( $Q = q \cdot n = 2 \cdot 34 = 70 \text{ л/с}$ . здесь – n – число борозд в одной вводной борозде n – 34 шт.)

Режимы орошения гибридных тополей складывались по-разному. Наибольшее число поливов отмечено в первом году жизни (2011 г.). В этом году в целях обеспечения влагой вновь пересаженных тополей потребовалось проводить частые поливы (таблица 1.3).

Таблица 1.3

**Режим орошения гибридных тополей за год исследования при поливе различными водами**

Вариант	Показатель режима орошения	«Казахстанский»	«Кайрат»
1	2	3	4
I вариант	Число поливов	7	7
	Даты поливов	18/IV; 20/V; 16/VI; 10/VII; 31/VII; 20/VIII; 20/X;	20/IV; 22/V; 18/VI 2/VIII; 22/VIII 22/IX; 20/X;
	Поливная норма, $\text{м}^3/\text{га}$	500, 600, 700, 800, 900, 900, 800	500, 600, 700, 760, 800, 900
	Оросительная норма, $\text{м}^3/\text{га}$	5200	5200
II вариант	Число поливов	7	7
	Даты поливов	17/IV; 19/V; 16/VI; 9/VII; 19/VIII; 19/IX; 20/X;	19/IV; 21/VI; 17/VI; 1/VII; 20/VII 20/IX; 20/X;
	Поливная норма $\text{м}^3/\text{га}$	500, 610, 710, 800, 910	600, 600, 700, 800, 800, 900, 900
	Оросительная норма $\text{м}^3/\text{га}$	5320	5200

Первый полив был проведен сразу после посадки (18 апреля 2011 г.). Тополя поливались по 7 раз с оросительной нормой 5000-5200  $\text{м}^3/\text{га}$ . Связи развитием корневой системы, последующие годы полив можно сократить до 5-6 поливов с оросительной нормой 4200-5000  $\text{м}^3/\text{га}$  (влажные годы 5 раз, в сухой по увлажненности год по 6 раз). Наибольшее значение оросительной нормы наблюдалось по второму варианту, где поливы проводились со сточной водой.

Особый интерес вызывает рост и развитие гибридных тополей в первые годы жизни, посаженных черенками. Эти данные представлены в таблице 3.5.

Все виды оросительной воды оказали положительное влияние на рост и развитие гибридных тополей. Наибольшая высота тополя достигла при поливе сточными водами - 58-68 см (в августе), при диаметре у шейки 0,6-0,7 см. Это объясняется тем, что повышенная минерализация в некоторой степени оказывает отрицательное влияние на ростовые процессы.

Из видового состава тополей высоким приростом отличались тополя «Казахстанский», затем «Кайрат». Окраска листьев тополей, орошаемых сточными водами была темнее, чем при поливе речными водами. В первый год жизни тополей площадь одного листа составила – 30-49 см<sup>2</sup>, наибольшая площадь отмечена у тополя «Казахстанский». Площадь листьев тополей на втором году жизни была больше, чем в первый год жизни. Результаты наблюдения за ростом и развитием тополей при поливе их различными водами за период показали, что на втором году жизни площадь одного листа могут достигнуть 125-317 см<sup>2</sup>, тогда как на первом году жизни площадь одного листа она составляла 30-49 см<sup>2</sup>. Наибольшая площадь листьев тополей отмечена при поливе сточными водами, средний вес одного листа составил: на первом году – 0,97-1,2 г. Если основываться на литературных источниках, то по характеристике выбранные сорта тополей, во втором году жизни достигнут высоту 2,15- 2,58 м, а диаметр на уровне 1,5 м от поверхности земли, 1,7-2,5 см.

Появление болезней и вредителей на их рост не наблюдалось. В вегетационный период не наблюдалось пожелтение листьев, усыхание побегов. В 2012 году норма осадки больше, чем в 2011 году. Они должны оказать положительное влияние на рост и развитие тополей.

Суммарный прирост по высоте, в среднем за год, при поливе сточными водами превысил прирост тополей на контрольном варианте в среднем на 7%, что видно на примере тополя «Казахстанский». Здесь прирост тополей за год на 1,10-1,20 м выше, чем прирост тополей на контрольном варианте.

Высокая выживаемость гибридных тополей отмечена при поливе сточными водами. Здесь выживаемость тополей на 3-6% больше, чем при поливе речной водой (рисунок 1). Это объясняется тем, что при поливе сточными водами в почву поступают многочисленные органо-минеральные вещества, которые послужили основной пищей древесных насаждений. Наиболее высокая выживаемость была у тополей «Казахстанский», что составляет в среднем 86% при поливе сточными водами.

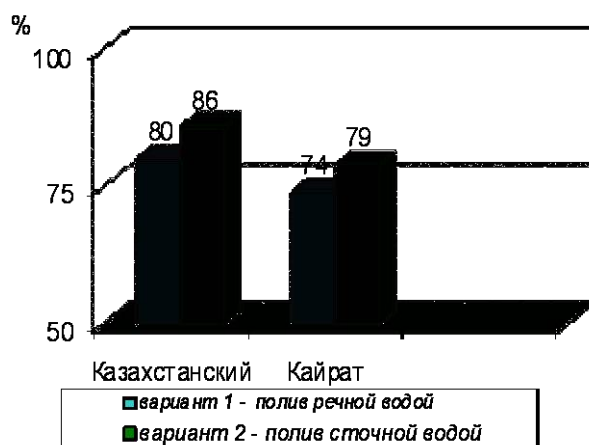


Рисунок 1. Выживаемость гибридных тополей в зависимости от вида оросительной воды

Листовая часть тополя не имеют признаков болезни. Для обеспечения нормального роста тополей необходимо вовремя проводить все агротехнические мероприятия.

Наиболее выносливым в условиях региона, как показали приведенные данные, являются гибридный тополь «Казахстанский».

Таким образом, в условиях низовья реки Сырдарьи быстрорастущие гибридные тополя «Казахстанский», «Кайрат» показали себя отзывчивыми к орошению возвратными водами. Возделывание гибридных тополей в низовье реки Сырдарьи, по предварительным расчетам, может дать с каждого гектара 350-400 м<sup>3</sup> деловой древесины. В связи с чем, она найдет широкое применение в разных отраслях народного хозяйства. Это свидетельствует о большом хозяйственном значении гибридных тополей и экономической целесообразности их искусственного разведения.

Для решения актуальной проблемы при охране водоемов от загрязнения, использование возвратных вод, как дополнительного источника оросительной воды, возделывание гибридных тополей имеет важное значение для оздоровления окружающей среды в регионе.

#### Вывод

1. Наиболее подходящим объектом для решения поставленных задач является тополь, биологические и генетические особенности которого позволяют эффективно и в широком спектре проводить работы по селекции и в короткие сроки (5-10 лет) получить ожидаемые результаты, то есть созданию лесного массива.

2. В первый год тополя поливались по 7 раз с оросительной нормой 1-вариант-5200 м<sup>3</sup>/га, 2-вариант-5320 м<sup>3</sup>/га последующие годы полив можно сократить до 5-6 поливов с оросительной нормой 4600-5000 м<sup>3</sup>/га

Режиме орошения гибридных тополей «Казахстанский», «Кайрат» существенной разницы нет. Наблюдалось некоторое увеличение оросительной нормы во 2-ом варианте, где поливы были проведены сточными водами. Это объясняется значительным ростом и развитием тополей при поливе сточными водами по сравнению с речной водой



Рисунок 1. 2012 г апрель



Рисунок 2. 2012 май



Рисунок 3. 2012 апрель

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шомантаев, А.А. Гидрохимический режим водотоков и сельскохозяйственное использование сточных и коллекторно-дренажных вод в низовьях реки Сырдарьи. – Кызылорда, 2001.
2. Отарбаев, Б.С., Шомантаев, А.А., Зубаиров, О.З. Использование сточных вод для орошения древесных насаждений в низовьях реки Сырдарьи//. Материалы международной научно-практической конференции «Валихановские чтения-8». – Кокшетау, 2003.
3. Абдикерова, У.Б., Отарбаев, Б.С. Методы очистки сточных вод для повторного использования, Сб. молодых ученых 1 том. – Кызылорда, 2010.
4. Шомантаев, А.А., Байманов, Ж.Н., Зубаиров, О.З. Агротехническая оценка пригодности сточных вод в г. Кызылорде для орошения. // Сб. научных трудов «Актуальные проблемы в экологии и природопользовании» часть 1. – Кызылорда, 1996.
5. Шегенбаев, А.Т. Экологическая оценка применяемости природно-производственного комплекса для безопасной утилизации сточных вод городов и промышленных объектов. Вестник ТарГУ им. Х.М. Дулати. «Природопользование и проблемы атмосферы». – Тараз. – 2002. – № 4.

Материал поступил в редакцию 18.03.14.

**IRRIGATIONAL ASSESSMENT OF SEWAGE WATER OF KYZYLORDA FOR CULTIVATION OF TREE CROPS AND SHRUBBERIES**

**A.A. Shomantayev, B.S. Otarbayev, U.B. Abdikerova**  
Department of Water and Land Management,  
Kyzylorda State University Korkyt Ata, Kazakhstan

***Abstract.** The choice of this article is connected with the developed ecological situation of the region. Prompt development of housing-and-municipal construction, and development of agro-industrial sector, led to increase of volumes of returnable waters. Now available pond-stores, filtration fields, settlers and collectors are overflowed, there is a universal pollution by them opened, and partial dumping after cleaning, not up to standard meets requirements of utilization and demands alternative solutions of problems. One of such ways is use of returnable waters for an irrigation.*

***Keywords:** sewage, wood plantings, filtration fields, biological cleaning, ecology.*

UDC 669. 884. (574.4)

### SOME OF THE ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE CASPIAN SEA

**K.B. Massenov**, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences  
Kazakh agro technical University named after S. Seifullin (Astana), Kazakhstan

**Abstract.** *The region of the Caspian Sea has become the object of intense trials of new hydrocarbon reserves. The current ecological situation of the coastal zone of the Kazakhstan sector of the Caspian Sea is characterized by progressive deterioration of the natural environment, resulting from a combination of destabilizing factors, including both natural and man-made. The shallowness of the North Caspian region results in high toxicity of pollutants on the ecosystem. For example, the effects of escaping oil are estimated at approximately 100 times greater than in the sub-surface layers. Kazakhstan has therefore developed new State policies aimed at addressing the socio-economic transformation of the country from the perspective of environmental protection.*

**Keywords:** *Caspian Sea, coastal zone, environmental problems.*

#### Introduction

Kazakhstan has a vulnerable natural environment. The territory of the Republic is mostly made up of steppe, semi-desert and desert. There are unique landlocked seas, such as the Caspian and Aral and lakes like Balkhash, Zaisan, Alakol.

As a result of anthropogenic impact on almost all its territory, it is essential to sustain the natural environment to ensure the future economic and social development of the country.

The extensive development of agricultural production has left traces in the form of land degradation and the loss of landscapes, over 60% of the country being subject to rigid desertification, which reduces soil fertility and, consequently, the productivity of livestock and crop production. During the past 20 years, the area of the Aral Sea has decreased by almost half. A similar fate awaits Lake Balkhash. To maintain its existing size, 100 cubic km of water is required each year but the supply is only one third of this that is 34.6 cubic km. On water availability per capita, Kazakhstan occupies the last place among the countries of the Commonwealth of Independent States (CIS).

The Caspian Sea is the largest endothermic Lake, situated between Europe and Asia, with a length of the coastline of 7000 km. Its water covers 5 States, Kazakhstan accounting for 29% (2340 km) of the coastline, most of the North and half of the East coast. The Sea and its adjacent coastline contains 769 species of plants, animals and fish of which 55 species are fish (most valuable being Beluga, sturgeon, satellite sturgeon), over 500 species of plants. The Caspian Sea accounts for over 80% of sturgeon produced annually in the world, 40% of the commercial fishing of sturgeon being in Kazakhstan. In addition, the Caspian Sea contains carp, roach and other fish. The Caspian region forms a single ecological system whose natural-resource potential, is of interest to national and international interests including those of the world's major oil and gas corporations.



Picture 1.

### **Environmental pressures**

Environmental pressures in the Caspian basin are defined by negative natural and anthropogenic factors, accompanied by destabilization of the ecological system. Such as of the biggest problems is surface pollution of the groundwater by petroleum products, phenols, synthetic surfactants. According to Federal Hydrometeorology and Environmental monitoring service, the average content of petroleum hydrocarbons in water in the north Caspian to 2020 year will rise 2 to 3 times and reach 4 MPC (maximum permissible concentration).

Pollution factors causing this increase include human activities, industrial and household waste water facilities, chemical, petroleum and petroleum products, salts of heavy metals. Oil spills due to accidents on water; result in oil-contaminated soils during floods. This is particularly important on the Volga.

The most important risk factor for the biodiversity occurs in the region where the Volga River enters the Caspian Sea. This is also the region of the most intensive development due to the presence of the richest natural and biological resources. This water area is the territory of foraging and feeding fish and the main habitat of the Eurasian waterfowl and shorebirds. The shallowness of the North Caspian region results in high toxicity of pollutants on the ecosystem. For example, the effects of escaping oil are estimated at approximately 100 times greater than in the sub-surface layers.

Additional sources of pollution of the Caspian Sea are deepening exploration of oil production lack of, underwater and underground pipelines, flooded oil wells, natural seepage of oil loss due to well control, trans-shipment points (seaports).

An objective indicator of the ecological status of the Caspian Sea is the unique state of aquatic biological resources, which have been steadily declining. Monitoring the surface water and the ecological status of water bodies, have enabled scientists to conclude that the Caspian Sea is in the early stages of environmental catastrophe. These circumstances justify the necessity of reducing the ecological burden on the environment and the need for active scientific and practical work in this direction.

### **Political and industrial pressures**

In recent years the Caspian region has become the object of intense and politically motivated trials of new hydrocarbon reserves. The region's attraction is that it defines a continuation of Iran's oil deposits, and the entire Middle East resources.

According to foreign experts, the probable reserve of oil in the Caspian Sea region is about 16 billion barrels of oil. So together with intensive development of prospective oil and gas condensate fields of significant interest there should be a study of the pollution of the soil and natural water, which can be caused by leakage of main oil pipelines, storage tanks, loading-loading operations, transportation, as well as exploratory drilling.

However, such a model of human development is dangerous both for the planet and for people living on it.

Existing industrial development creates a significant load on the environment and poses a great environmental risk for various national and international ecological systems. Associated with the oil and gas condensates is hydrogen sulfide which in even small concentrations has a detrimental effect on the organic world and the huge amount of oil and its derivatives are a potential threat to contaminating the environment.

Prolonged use of polluting technologies in industry, agriculture, oil and gas industry, shipping and other industries have resulted in the disruption of the ecological balance of the Caspian Sea, a reduction of the unique biological resources associated with water pollution, fishing, as well as and the lack of a legal status of the Sea due to changing political situations. Current ecological situation of the coastal zone of the Kazakhstan sector of the Caspian Sea (KSCS) is characterized by progressive deterioration of the natural environment, resulting from a combination of destabilizing factors, including both natural and man-made.

### **Principal pollutants**

The main pollutants of the atmosphere at the facilities of "Tengizchevroil" are hydrogen sulfide, sulphur dioxide, carbon monoxide, hydrocarbons, nitrous oxides, sulphur dust. These substances affect plants, animals, people and also impact on structures, buildings and facilities.

As a result of a sea level rise of 2.5 meter, the coastal area was flooded, resulting in damage to coastal infrastructure, including transport and linear constructions, industrial facilities, oil fields, human settlements, recreation facilities, habitats of biological resources. Coastal ecosystem has also been destroyed due to increasing ground water level.

### **Policy initiatives**

The concept of development of the water sector policy of the Republic of Kazakhstan up to the year 2010, adopted in 2002, noted that the current system of water administration of the country, established in a centralized economy was badly outdated and needed radical restructuring. It is now based on the basin principle.

Development of water resources in river basins should be defined by natural processes and governed by mechanisms that are not subject to direct human control. However current exploitation of natural resources, particularly water, does not follow this principle so interfering with self-organization of the biosphere. To ensure sustainable water use and maintain existing water resources, it is essential to manage the environment in a responsible manner.

The main aim will be to assess and limit all aspects of environmental degradation. Management and conservation of clean water resources is required throughout the region and requires the following set of actions:

- Evaluate the situation;
- Control of the environment;

- Stabilize ecological conditions;
- Introduce environmental standards and restore a healthy human environment;
- Protect the natural environment.

Achieving these goals will require much work: setting up a monitoring system. Organizing legal and economic mechanisms to regulate the search for new influences and using more environmental frigidly.

#### **Balancing economic and environmental interests**

I believe that in the Caspian region as elsewhere, management of the subsoil should be a balance between economic and environmental interests. Therefore, the national legislation of the Republic of Kazakhstan has already resulted in the complete cessation of discharges into the Sea. For the effective protection of the Caspian Sea from technogenic impacts, work has begun to establish a network of environmental regions on the perimeter of the Kazakhstani part of the Sea, including those in special economic zone "Sea port of Aktau. This allows these areas to be monitored and prompt measures taken to detect and prevent pollution of the Sea.

In the light of the experience of advanced countries and worldwide trends, Kazakhstan developed new State policies aimed at addressing the socio-economic transformation of the country from the perspective of environmental protection. This resulted in the foundation of the Ministry of Environmental Protection's environmental safety concept from 2004 to 2015. This identifies three key strategic directions -greening the economy, introducing relevant legislation and the greening of society. The priority is the establishment of an effective system of environmental management and monitoring.

Today, as we witness the growing commercial interests in these hydrocarbon reserves located in the bedrock under the seabed, it is important to consider the optimal level of pumped oil which will not damage the environment, and to agree quotas between the Countries which border the Sea. Informed decisions must be made and documented at the highest State level in the form of memoranda, and conventions, satisfying the interests of all stakeholders in the development of hydrocarbon resources in the region.

#### **Conclusions**

Management of the subsoil should be a balance between economic and environmental interests. It is important to consider the optimal level of pumped oil from the Caspian Sea, which will not damage the environment, and to agree quotas between the Countries which border the Sea. Development of water resources in river basins should be defined by natural processes and governed by mechanisms that are not subject to direct human control. To ensure sustainable water use and maintain existing water resources, it is essential to manage the environment in a responsible manner.

#### **REFERENCES**

1. Mémoire sur la mer Caspienne, par d'Anville, 1777.
2. Cephalides. De historia maris Caspii, 1814.
3. Humboldt's travel across Siberia and to To. I exhaust in 1829, 1831.
4. Eichwald, Ed. Periplus des Caspischen Meeres, 1834.
5. Brun. Peripl K. the seas according to cards of the XIV century. – Zap. Novorossiysk univ. – t. IX.
7. Ancient trade To. seas "Asters. lips. sheets", 1845. – 6.
8. Sokolov A. Sketches of the Caspian Sea, 1844.
9. The general review of trade with Asia.

*Материал поступил в редакцию 04.03.14.*

## **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

**К.Б. Масенов**, доцент кафедры, кандидат технических наук

Казахский агротехнический Университет имени С. Сейфуллина (Астана), Казахстан

***Аннотация.** Каспийское море стало объектом исследований новых запасов углеводорода. В настоящее время экологическая ситуация прибрежной зоны Казахстанского сектора Каспийского моря характеризуется прогрессивным ухудшением окружающей среды, исходя из сочетания дестабилизирующих факторов, и включая естественные и искусственные. Мелководность Северного Каспия приводит к высокой токсичности загрязнителей в экосистеме. Например, влияние от утечки нефти оценивается приблизительно в 100 раз больше, чем в слоях недр. Поэтому Казахстан разработал новую государственную политику, нацеленную на социально-экономическое преобразование страны с точки зрения охраны окружающей среды.*

***Ключевые слова:** Каспийское море, прибрежная зона, проблемы охраны окружающей среды.*

УДК 622.1

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ БОРТА КАРЬЕРА С РАЗНЫМИ СВОЙСТВАМИ ГОРНЫХ ПОРОД И ГЕОМЕТРИЕЙ В ПЛАНЕ

**А.В. Панченко**, аспирант кафедры маркшейдерского дела  
Национальный Минерально-сырьевой университет “Горный” (Санкт-Петербург), Россия

**Аннотация.** Представлены результаты моделирования устойчивости уступов с разной геометрией и физико-механическими свойствами. Показаны различия в деформировании борта карьера с разной конфигурацией в плане. Приведена область дальнейшего использования полученных результатов.

**Ключевые слова:** массив горных пород, напряженное состояние пород, уступ, устойчивость борта карьера, прочность пород, модель борта карьера.

При открытом способе разработки месторождений полезных ископаемых основным вопросом является обеспечение устойчивости бортов карьеров. Традиционные методы расчета базируются на решении плоской задачи. Вместе с тем учет объемного фактора позволяет эффективнее использовать геометрию карьера, добываясь более полной выемки с сохранением условий для безопасного ведения работ. Неоднократные попытки учесть криволинейность борта при расчетах его устойчивости, приводимые в ряде работ [2,3], а также рассмотрение этого вопроса в нормативных документах, подтверждают актуальность настоящей задачи.

Исследователи влияния криволинейности борта на его устойчивость отмечают, что степень действия сил бокового распора, возникающих за счет дополнительного сопротивления смещения призмы обрушения, зависит от конфигурации борта в плане, геологического строения прибортового массива и соотношения протяженности откоса и его высоты [1,2,3]. До недавнего времени, проведение полноценных расчетов было проблематично из-за громоздкости вычислений. С появлением компьютерных программ, позволяющих не только математически обоснованно подойти к решению поставленной объемной задачи, но учесть свойства слагающих пород и представить смещения массива данная задача может быть решена.

В данной работе использовались упрощенные модели карьеров, сформированные в однородном массиве горных пород. Формы карьеров варьировались при различных соотношениях протяженности бортов в плане и глубине разработки. Для моделирования напряженно-деформационного состояния горных пород вокруг представленных открытых горных выработок использовалась программный комплекс Plaxis 3D.

Анализ горизонтальный смещений прибортового массива производился по схеме, где  $L_1$  – длина стороны, по которой определяются горизонтальные смещения,  $L_2$  – длина стороны, перпендикулярная данной, глубина  $H$  принималась равная 100, 300 и 500 метрам. Величина модуля деформации  $E$  для разных групп моделей определялась величинами 30МПа, 1ГПа и 30 ГПа. Показатели смещений породного массива ориентированы в горизонтальной плоскости по подошве откоса, где величины напряжений достигают наибольших значений.

На основе результатов моделирования были найдены зависимости, характеризующие величину смещений у карьеров с разными геометрическими и прочностными характеристиками, представленные на графиках.

Оценивались горизонтальные смещения пород у нижней бровки карьера.

График смещений для глубины разработки 100 метров

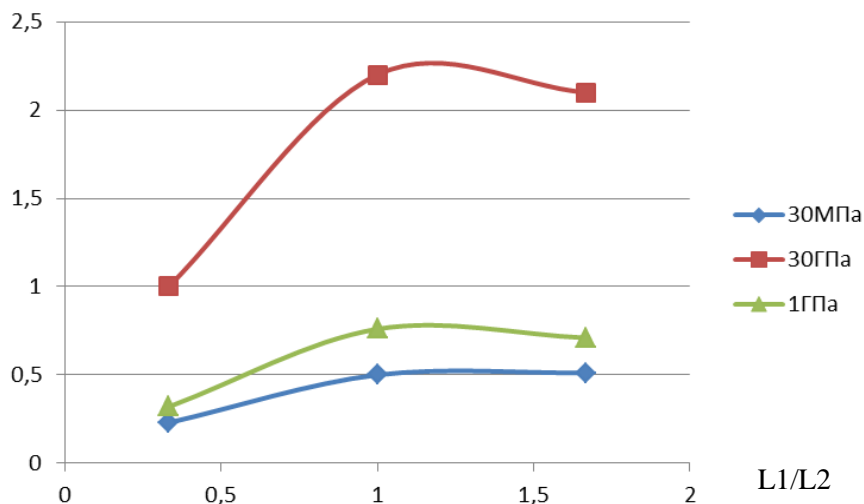




График смещений для глубины разработки 300 метров

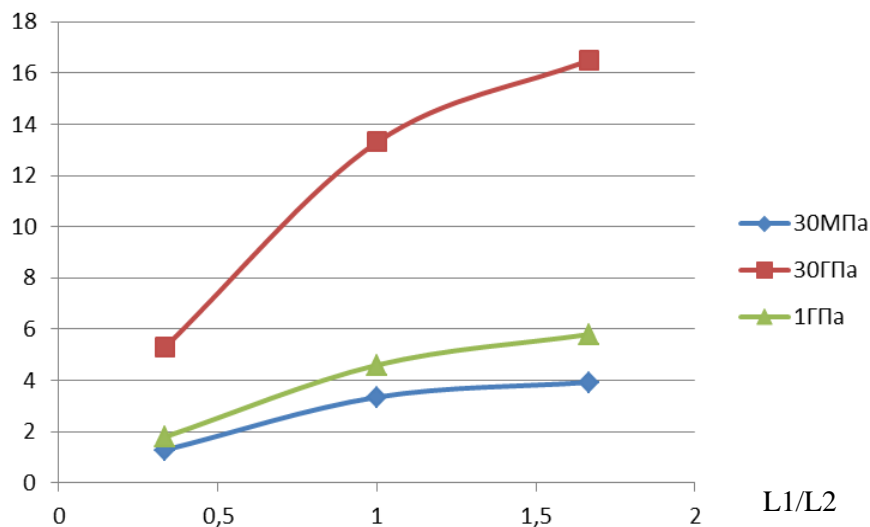
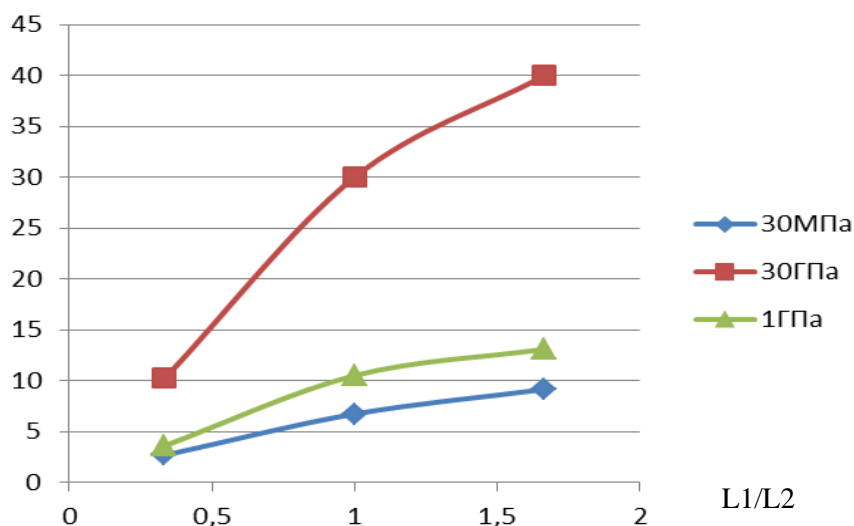


График смещений для глубины разработки 500 метров



Полученные различия величин зависимостей отражают весьма существенную разницу в общих смещениях горных пород. Так, при анализе вытянутого (прямоугольного) карьера с увеличением рассматриваемой стороны заметно увеличиваются и смещения. По выявленным данным видно, что при разных показателях модуля деформации  $E$  и удельного веса получаем изменения в показателях величин смещений по подошве откоса, но конфигурация кривых графика повторяется. Это значит, что распределение смещений при изменении геометрии карьера будет схожим при разной механике горных пород и может быть описано общим законом.

Выделим и тот факт, что при  $L_1/H > 3$  не зависимо от величины  $L_2$  эффект «зажима» перестает действовать и показатели смещений перестают расти.

Представленные результаты, позволяют вывести так называемый «коэффициент зажима», и оценивать разные участки борта карьера (вогнутые, а также находящиеся у мест с резким изменением конфигурации карьера в плане) по степени устойчивости, что представляется важным при проектировании и планировании горных работ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амосин, Б.З., Фадеев, А.Б. Метод конечных элементов при решении задач горной геомеханики. – М. : Недра, 1975.
2. Гальперин, А.М. Геомеханика открытых горных работ. – М. : Издательство : МГТУ, 2003.
3. Методическое руководство по определению максимальных углов погашения бортов меднорудных месторождений. – Екб., 2010.

Материал поступил в редакцию 28.03.14.

**SIMULATION OF DEFORMATION BENCH CAREER WITH DIFFERENT ROCK CHARACTERISTICS AND GEOMETRY PLAN**

**A.V. Panchenko**, Post-graduate Student of Chair of Mine Surveying.  
National mineral and raw university "Gorny" (St.-Petersburg), Russia

***Abstract.** The simulation results of the modeling competence of the branches with different forms and mechanical-and-physical properties. Shows the differences in deformation of the pit with various configuration in plan. Perform the ways of further use of the received results.*

***Keywords:** mines rocks, stress condition, pit wall, stability of a pit wall, durability, model of a pit wall.*

*Для заметок*

# Наука и Мир

## Ежемесячный научный журнал

№ 4 (8), Том 1, апрель / 2014

Адрес редакции:  
Россия, г. Волгоград, ул. Ангарская, 17 «Г»  
E-mail: [info@scienceph.ru](mailto:info@scienceph.ru)  
[www.scienceph.ru](http://www.scienceph.ru)

Учредитель и издатель: Издательство «Научное обозрение»

ISSN 2308-4804

Редакционная коллегия:

Главный редактор: Мусиенко Сергей Александрович  
Ответственный редактор: Королева Ирина Николаевна

Лукиенко Леонид Викторович, доктор технических наук  
Мусиенко Александр Васильевич, кандидат юридических наук  
Боровик Виталий Витальевич, кандидат технических наук  
Дмитриева Елизавета Игоревна, кандидат филологических наук  
Валуев Антон Вадимович, кандидат исторических наук

Подписано в печать 17.04.2014 г. Формат 60x84/8. Бумага офсетная.  
Гарнитура Times New Roman. Заказ № 55.